19736

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

Production of Snack from okara

T096953

จัดทำโดย

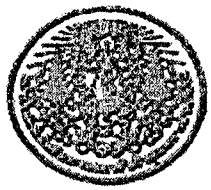
นางสาวพรพิมล อินทะโชติ
นางสาวอักษราภัค สัมผัสชัยมงคล
นางสาวสุภัทชง เสริมสาธนสวัสดิ์

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ.2547

ปพ.
พ2491ก
2547

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96953
วัน.เดือน.ปี - 5 JUN 2008

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

Production of Snack from okara

โดย

นางสาว พรพิมล อินทะโชติ รหัสประจำตัว 43040255

นางสาว อักษราภัค ลัมผัสชัยมงคล รหัสประจำตัว 43040258

นางสาว สุภัทชง เสริมสาธนสวัสดิ์ รหัสประจำตัว 43040289

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..../...../..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร. ยุพร พืชกมุทร)

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ)

รักษาการคณบดีโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง	
นักศึกษา	นางสาวพรพิมล อินทะโชติ	43040255
	นางสาวอักษราภัค สัมผัสชัยมงคล	43040258
	นางสาวสุภัทชง เสริมสาธนสวัสดิ์	43040289
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต	
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร	
พ.ศ.	2546	
อาจารย์ผู้ควบคุมปัญหาพิเศษ	ดร.ยุพร พืชกมุทร	

บทคัดย่อ

ในการนำกากถั่วเหลืองที่ได้จากการน้ำนมถั่วเหลืองในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือนมาทำการผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง จากผลการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่ใช้ในส่วนผสมขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่ระดับ 120, 140 และ 160 กรัม และนำไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความกรอบและ ความชอบโดยรวม ดังนั้นจึงเลือกส่วนผสมขนมอบกรอบที่มีกากถั่วเหลือง 160 กรัม เนื่องจากต้องการเติมกากถั่วเหลืองลงไปในสูตรขนมให้ได้มากที่สุดเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับกากถั่วเหลือง

ศึกษาการปรับปรุงน้ำปรุงรสในสูตรขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง 160 กรัม โดยผสมน้ำปรุงรสที่ปริมาณ 192.10 , 195.91 และ 199.71 กรัม ต่อสูตรขนม และนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความกรอบ และ ความชอบโดยรวม แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏ ดังนั้น จึงเลือกสูตรขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่มีปริมาณน้ำปรุงรสที่ 192.10 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง โดยเก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ , ถุงเมเทอร์ไลท์และถุงโพลีโพรพิลีนที่อุณภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของภาชนะบรรจุทั้ง 3 ชนิด และผลการวิเคราะห์ ค่า TBA number ของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง พบ ว่า มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังนั้น บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด สามารถเก็บรักษาขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองได้อย่างน้อย 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีทั้งนี้ต้องกราบขอบพระคุณ ดร.ยุพร พืชกมุทร ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปัญหาพิเศษ รวมทั้งกรุณาให้ความรู้ ข้อคิด และคำแนะนำอันมีค่าที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ และ ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการในการสอบปัญหาพิเศษ และให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่คณะผู้จัดทำ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้ตลอดระยะเวลาของการศึกษา และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นกำลังใจให้อีกทั้งยังเป็นผู้สนับสนุนทางด้านทุนทรัพย์ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ พี่ปริญญาโท เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้มาตลอด

หากปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นประโยชน์แก่ท่านผู้ใด ข้าพเจ้าขอมอบคุณความดีทั้งหมดให้แก่ทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้นและหากปัญหาพิเศษฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำขอน้อมไว้แต่เพียงผู้เดียว

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... ก

กิตติกรรมประกาศ..... ข

สารบัญ..... ค

สารบัญตาราง..... จ

สารบัญภาพ..... ช

บทที่ 1 บทนำ..... 1

บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์

2.1 ถั่วเหลือง..... 3

2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของถั่วเหลือง..... 4

2.3 น้ำนมถั่วเหลืองและกรรมวิธีการทำน้ำนมถั่วเหลือง..... 6

2.4 โอคารา..... 7

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

2.6 อายุการเก็บรักษาอาหารและปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาอาหาร..... 10

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี..... 13

3.2 อุปกรณ์การผลิต..... 14

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์ทางเคมี..... 15

3.4 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส..... 16

3.5 วิธีการดำเนินงาน..... 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่ใช้ในส่วนผสมของ ขนมอบกรอบจาก กากถั่วเหลือง..... 24

4.2 ผลการศึกษาการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจาก กากถั่วเหลือง..... 25

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง..... 26

4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจาก กากถั่วเหลือง..... 28

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 29

บรรณานุกรม..... 30

ภาคผนวก 32

ก. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส..... 33

ข. ตารางการวิเคราะห์ผลทางสถิติ..... 40

ค. การวิเคราะห์ Proximate analysis..... 47

ง. รูปภาพเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและวิเคราะห์เคมีและการเก็บผลิตภัณฑ์ ในบรรจุภัณฑ์..... 57

ประวัติผู้เขียน..... 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงกรดอะมิโนจำเป็นที่เป็นองค์ประกอบในถั่วเหลือง..... 5

2.2 แสดงส่วนประกอบของน้ำนมถั่วเหลืองใน 100 กรัม..... 7

2.3 แสดงองค์ประกอบของโอคารา..... 8

2.4 แสดงเปอร์เซ็นต์โปรตีนไขมันใยอาหารและคาร์โบไฮเดรตต่อน้ำหนักแห้งของโอคารา..... 8

4.1 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองเมื่อใช้อัตราส่วนของกากถั่วเหลืองที่ระดับต่าง ๆ..... 24

4.2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองเมื่อใช้อัตราส่วนของน้ำปรุงรสที่ระดับต่าง ๆ..... 25

4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ..... 26

4.4 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง 27

4.5ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองเหลืองที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ , ถุงเมเทอร์ไลท์และถุงโพลีโพรพิลีน 28

ก.4 Minimum Number of Correct Judgments to Establish Significance at Various Probability Levels for the Triangle Test (One – Tailed , $p = 1/3$) [a]..... 39

ข.1 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์..... 41

ข.2 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงเมเทอร์ไลท์ 42

ข.3 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีน..... 43

ข.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง เมื่อใช้อัตราส่วนของกากถั่วเหลืองที่ระดับต่าง ๆ..... 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำปรุงรสที่ระดับต่าง ๆ.... 45

ข.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองระหว่าง การเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ..... 46

ค.1 ผลการหาความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง..... 48

ค.2 ผลการหาปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง..... 50

ค.3 ผลการหาปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง..... 51

ค.4 ผลการหาปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง..... 53

ค.5 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่ 0 วัน..... 54

ค.6 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ระหว่าง การเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ..... 54

ค.7 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงเมเทอร์ไลท์ระหว่าง การเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ..... 55

ค.8 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีนระหว่าง การเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ..... 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.1 แสดงการเตรียมโอคาราสด..... 17

3.2 แสดงขั้นตอนการผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง..... 19

3.3 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำปรุงรส..... 20

1. เครื่องกะเทาะเปลือกถั่วเหลือง..... 58

2. เครื่องผลิตน้ำนมถั่วเหลือง..... 58

3. เครื่องผลิตขนมอบกรอบจากถั่วเหลือง 59

4. ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง..... 59

5. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ 60

6. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงเมททาไลท์..... 60

7. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงพลีโพรพิลีน..... 61

8. ตัวดูดซับออกซิเจน Ageless RP100..... 61

9. เครื่องปิดผนึก 62

10. เครื่องชั่งชนิดละเอียด รุ่น BP3100S..... 62

11. เครื่องชั่งชนิดหยาบ BP 221S 63

12. ตู้อบ (Hot air oven)..... 63

13. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน Gerhardt S306AK..... 64

14 . ชุดวิเคราะห์ crude fiber..... 64

15. muffle furnace 65

16. เครื่องย่อยโปรตีน Gerhardt KB 8Sและ เครื่องกลั่น Gerhardt VAP 30 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

จากการที่ในปัจจุบันคนไทยเรามีพฤติกรรมในการบริโภคอาหารที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยด้วยกัน เป็นต้นว่าจากภาวะเศรษฐกิจที่บีบรัดเร่งรีบ ส่งผลให้คนไทยเรามีเวลาให้กับเรื่องอาหารการกินน้อยลง แต่ทั้งนี้ผู้บริโภคยังคงให้ความสนใจในเรื่องของสุขภาพ เพราะฉะนั้นน้ำนมถั่วเหลืองจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคได้ทุกเพศทุกวัย เป็นอาหารเสริมดื่มแทนนมวัวได้ดีพอสมควรแม้ว่าคุณค่าทางโภชนาการของน้ำนมถั่วเหลืองจะด้อยกว่านมวัว แต่ก็สามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพให้ใกล้เคียงกับนมวัวได้ เหมาะสำหรับผู้ที่แพ้นมวัว อีกทั้งราคายังพอเหมาะกับกำลังการซื้อของผู้บริโภค ทำให้มีการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนมากมาย แต่ทั้งนี้น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จะมีคุณค่าแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของถั่วเหลือง และกรรมวิธีการผลิต โดยทั่วไปจะมีโปรตีนร้อยละ 3.0 ไขมันร้อยละ 1.7 ส่วนของกากที่ถูกแยกออกไปยังมีสารอาหารเหลืออยู่ในปริมาณสูง โดยเฉพาะโปรตีน ไขมัน ใยอาหาร มีอยู่ถึงร้อยละ 42.0 16.7 36.5 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และแคลเซียม โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส มีอยู่ถึง 600 560 370 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (เพลินใจ,2546) แต่ในประเทศไทยยังไม่มีอุตสาหกรรมที่ใช้โอคาราไปแปรรูปเป็นอาหารมนุษย์เพื่อบริโภคอย่างจริงจัง ทั้งนี้โอคาราที่เหลือจากการผลิตในอุตสาหกรรมที่ผลิตน้ำนมถั่วเหลืองจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ส่วนในอุตสาหกรรมครัวเรือนโอคารา ที่ได้จะถูกนำไปทิ้งเสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการเอาโอคาราไปใช้จึงเป็นงานที่น่าสนใจ แต่เนื่องจากโอคาราสดที่ได้มีอายุการเก็บที่สั้น ทำมีแนวความคิดว่าน่าจะทำผลิตภัณฑ์ที่มีกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก มีความสะดวกในการทำตัวผลิตภัณฑ์ จึงคิดทำเป็นขนมอบกรอบโอคาราขึ้นมาก นอกจากนี้แล้วยังเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลพลอยได้จากการทำน้ำนมถั่วเหลือง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลพลอยได้จากการทำน้ำนมถั่วเหลือง
2. เพื่อศึกษาการผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง
3. เพื่อพัฒนาขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองให้มีลักษณะทางกายภาพและกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และคุณลักษณะทางกายภาพของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

5. เพื่อศึกษาอายุการเก็บของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง
2. เป็นแนวทางในการใช้โอคาราสดนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์
3. เพื่อให้ทราบอายุการเก็บ และวิธีการเก็บรักษาของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาการใช้โอคาราสดมาพัฒนาเป็นขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง
2. ศึกษาเพื่อทำการปรับปรุงพัฒนาสูตรเป็นขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองให้เป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภค
3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณลักษณะทางกายภาพของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง
4. ศึกษาอายุการเก็บของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองอยู่ในวงศ์ (family) Legrminosae Sub-family Papilionideae สกุล (genus) Glycine และชนิด (spicies) max มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Glycine max ถั่วเหลืองมีชื่อสามัญคือ Soya bean, Soja bean, Chinese pea, Manchurian bean และ Soybean ซึ่งชื่อ Soybean เป็นที่ยอมรับกันมากที่สุด (กองส่งเสริมพืชพันธุ์,2531)

พันธุ์ของถั่วเหลือง ที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ ดังเช่น

2.1.1 ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 1 (SJ.1) ต้นอ่อนอยู่เหนือพื้นดิน มีสีม่วง ใบเลี้ยงสีเขียว ลำต้นตั้งตรง ลักษณะทอดยอด ใบมีลักษณะกว้าง ใบบาง มีขนสีน้ำตาลอ่อน ดอกสีม่วง ฝักจะมีสีน้ำตาลอ่อนแตกง่าย เมื่อแก่เปลือกเมล็ดมีสีเหลือง ตา (hilum) สีดำ เมล็ดค่อนข้างกลมหรือลักษณะรูปไข่ ผิวมัน ขนาดค่อนข้างเล็ก คือ น้ำหนัก 100 เมล็ดหนัก 11-12.5 กรัม

2.1.2 ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 2 (SJ.2) ต้นอ่อนโคนต้นสีม่วง ใบเลี้ยงมีสีเขียว ลำต้นมีลักษณะไม่ทอดยอด ใบกว้าง ปลายใบมน ใบบางสีเขียวขนมีสีน้ำตาล ดอกสีม่วง ฝักแก่มีสีน้ำตาล เหนียวและแตกยาก เปลือกเมล็ดมีสีเหลืองซีด ตาใหญ่สีน้ำตาลแดง เมล็ดค่อนข้างกลมลักษณะรูปไข่ผิวค่อนข้างมัน ขนาดเมล็ดค่อนข้างเล็กคือมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเพียง 11-13 กรัม

2.1.3 ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 (SJ.4) ต้นอ่อนสีม่วง ใบเลี้ยงมีสีเขียว ลำต้นเป็นแบบไม่ทอดยอด ใบย่อยแต่ละใบเป็นชนิดกว้าง คือ ตรงฐานใบกว้างและจะค่อย ๆ เรียวแหลมที่ปลายใบ ใบค่อนข้างหนา สีเข้ม มีขนสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป และขนมีลักษณะตั้ง ดอกมีสีม่วง เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะแก่ฝักจะเปลี่ยนจากสีเขียว เป็นสีเหลือง และฝักเมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม เมล็ดมีลักษณะค่อนข้างกลม ผิวสีเหลืองค่อนข้างจะด้าน ตาสีน้ำตาล ขนาดเมล็ดใหญ่ คือ มีน้ำหนัก 100 เมล็ด หนัก 14-15 กรัม เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลือง

ปัจจุบันถั่วเหลืองถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์อาหารแบบไม่หมักซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายได้แก่ เต้าหู้ เต้าฮวย นมถั่วเหลือง ถั่วแระ และซีอิ๊วเคมี (ซอสปรุงรส)

2. ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากถั่วเหลือง อาหารหมักจากถั่วเหลืองที่เป็นที่นิยมของคนไทยได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการปรุงรสอาหาร เช่น ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว เต้าหู้ยี้

3. ผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนสูงราคาถูกจากถั่วเหลือง เช่น อาหารเสริมเด็กอ่อนเกษตรโปรตีนเกษตรหรือเนื้อเทียม ขนมผิงเกษตรหรือคุกกี้โปรตีน บะหมี่เกษตรหรือบะหมี่โปรตีน แป้งถั่วชนิดไขมันเต็ม

จากการใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองในปริมาณมากทำให้มีส่วนที่เหลือจากอุตสาหกรรมที่ใช้ถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบ คือ กากถั่วเหลือง และเปลือกถั่วเหลือง เปลือกถั่วเหลือง (seed coat, hull) จะนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ และบางส่วนใช้เป็นแคริเออร์สำหรับวิตามิน

2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของถั่วเหลือง (ลินจง,2540)

2.2.1 โปรตีน

โปรตีนในถั่วเหลืองถูกสะสมอยู่ในเซลล์ของเนื้อถั่วเหลืองที่เรียกว่า Protein bodies หรือ Storage Protein ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 2-20 ไมครอน แต่ส่วนใหญ่มีขนาด 5-8 ไมครอน และมีน้ำหนักโมเลกุล 200,000-600,000 ถั่วเหลืองมีปริมารณโปรตีนร้อยละ 38-44 ของน้ำหนักแห้งจึงเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูงเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มพืชตระกูลเดียวกัน และโปรตีนที่มีจัดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูงเนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยร่างกายคนเรานั้นไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงกรดอะมิโนจำเป็นที่เป็นองค์ประกอบในถั่วเหลือง

	Soybean
Isoleucine	5.1
Leucine	7.7
Lycine	6.9
Methionine	1.6
Phenylalanine	5.0
Threonine	4.3
Tryptophan	1.3
Valine	5.4
Histidine	2.6

ที่มา : ดัดแปลงจาก Synder and Kwon (1978)

2.2.2 ไขมัน

ถั่วเหลืองมีปริมาณไขมันโดยเฉลี่ยในเมล็ดมีปริมาณร้อยละ 29.6 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีความแตกต่างกันตามสายพันธุ์และพื้นที่ปลูก สำหรับถั่วเหลืองของไทยโดยเฉลี่ยมีไขมันอยู่ราวร้อยละ 16-18 แต่ถ้าปีใดฝนแล้งและถั่วเหลืองไม่เจริญงอกงามจะมีปริมาณของกรดไขมันร้อยละ 14-15 น้ำมันถั่วเหลืองมีคุณภาพสูงกว่าน้ำมันที่ได้จากสัตว์ และน้ำมันเนยโดยมีปริมาณของกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ กรดลิโนลิอิกร้อยละ 45-62 กรดลิโนเลนิคร้อยละ 43-56 และกรดโอเลอิคร้อยละ 15-33 นอกจากนี้ยังประกอบด้วยเลซิทินร้อยละ 3

2.2.3 คาร์โบไฮเดรต

สารคาร์โบไฮเดรตที่พบในถั่วเหลืองแบ่งเป็น 2 ประเภท (Snyder and Kwon, 1978) คือ

- คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrates) เช่น Disaccharide ได้แก่ Sucrose และ Trisaccharide ได้แก่ Raffinose เป็นต้น ส่วน pentasaccharide ได้แก่ Verbadose มีน้อยมาก ในรูปของแป้งในถั่วเหลืองเมล็ดแก่ ส่วนในเมล็ดถั่วเหลืองที่ยังอ่อนจะพบน้ำตาลในรูปของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ กลูโคส และน้ำตาล Reducing sugar อื่น ๆ อยู่พอควร แต่จะลดน้อยลงจนไม่มีเมื่อถั่วมีความแก่พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำ (water insoluble carbolydrates) คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำในส่วนที่เป็นใบเลี้ยงส่วนใหญ่ ได้แก่ สารพวกที่มีโครงสร้างของโมเลกุลซับซ้อนคือ เป็นน้ำตาลที่มีหลายโมเลกุล ได้แก่ Arabinan, Arabinogalactan และอาจรวมถึงสารในกลุ่มของ pectin ด้วย สำหรับปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ละลายน้ำนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดแต่เชื่อว่ามีปริมาณไม่สูง

2.2.4 แร่ธาตุ

แร่ธาตุที่พบในถั่วเหลืองส่วนใหญ่เป็นโปตัสเซียมร้อยละ 1.83 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.78 แมกนีเซียมร้อยละ 0.31 โซเดียม แคลเซียม และกำมะถันอย่างละร้อยละ 0.24 สารประกอบที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่พบในถั่วเหลืองคือ phytin, phospholipid และกรด nucleic ซึ่ง phytin เป็นแหล่งที่มีฟอสฟอรัสมากที่สุด มีความสำคัญต่อการละลายได้ของโปรตีนและต่อคุณค่าทางอาหารของแคลเซียม

ในส่วนของเปลือกถั่วเหลืองซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่ไม่มีคุณค่าทางอาหาร ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารที่เรียกว่า เส้นใย (fiber) ถึงครึ่งหนึ่งของปริมาณเปลือกทั้งหมด

2.3 น้ำนมถั่วเหลือง และกรรมวิธีการทำน้ำนมถั่วเหลือง (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

2.3.1 น้ำนมถั่วเหลือง

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1018-2533 น้ำนมถั่วเหลือง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวสกัดได้จากเมล็ดถั่วเหลืองที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า ไกลซีน แมกซ์ เมอร์ (Glycine max Merr.) หรือแป้งถั่วเหลืองด้วยน้ำ และอาจผสมนมและ/หรือสารที่ให้คุณค่าทางอาหารหรือสารปรุงแต่งสี กลิ่นและรสด้วยหรือไม่ก็ได้ แล้วนำมาผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อให้ปลอดภัยต่อการบริโภค

น้ำนมถั่วเหลืองหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า น้ำเต้าหู้ เป็นผลิตภัณฑ์อาหารถั่วเหลืองที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย มีคุณค่าอาหารสูง ให้โปรตีน พลังงาน วิตามิน และเกลือแร่ อีกทั้งยังมีราคาถูก และกรรมวิธีง่ายต่อการทำ โดยน้ำนมถั่วเหลืองจะมีคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งแสดงดัง ตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของน้ำนมถั่ว หลืองใน 100 กรัม

ส่วนประกอบ	นมถั่วเหลือง
น้ำ	92.5 กรัม
โปรตีน	3.4 กรัม
ไขมัน	1.5 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	2.1 กรัม
เถ้า	0.5 กรัม
แคลเซียม	21.0 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	47.0 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.7 มิลลิกรัม
Thiamine	0.09 มิลลิกรัม
Riboflavin	0.04 มิลลิกรัม
Niacin	0.30 มิลลิกรัม

ที่มา : ดัดแปลงจากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (2527)

2.4 โอคารา (okara)

โอคาราหรือกากถั่วเหลือง เป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำที่ได้จากกระบวนการกรองแยกน้ำนมถั่วเหลืองเป็น by product ของกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองและเต้าหู้ จากการรายงานของ O'Toole (1999) ในโอคาราแห้งจะประกอบด้วยโปรตีน 25.4-28.4 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 9.3-10.9 เปอร์เซ็นต์ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ 40.2-43.6 เปอร์เซ็นต์ ใยอาหารที่ละลายน้ำ 12.6-14.6 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ 5.3 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับในรายงานของ Hackler และคณะ (O'Toole,1999)รายงานว่า ในการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง 1 ปอนด์ จะได้โอคาราประมาณ 1.1 ปอนด์ มีความชื้น 76-80 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 3.5-4.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเป็นของแห้งจะประกอบด้วยโปรตีน 23.6-24.0 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 8.1-15.2 เปอร์เซ็นต์ แสดงผลเปรียบเทียบองค์ประกอบโดยประมาณที่มีผู้ทำการทดลองไว้ดังตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4

สมบัติของโอคารา

1. เป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ และมีความชื้นสูงประมาณ 80%
2. มีคุณค่าทางอาหารสูง
3. เนื่องจากมีสารอาหารและความชื้นสูง จึงทำให้โอคาราเสื่อมเสียได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ดูดซับน้ำและไขมันได้ดี เนื่องจากมีเส้นใยสูง
5. ไม่มีรสชาติ จึงไม่รบกวนรสชาติของอาหารเมื่อมีการนำไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบของโอคารา

องค์ประกอบ	ปริมาณ (% โดยน้ำหนักแห้ง)
โปรตีน (Nx5.71)	28.00
ไขมัน	9.30
คาร์โบไฮเดรต	50.00
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม/100 กรัม)	
แคลเซียม	260
แมกนีเซียม	163
เหล็ก	6
โพแทสเซียม	1046
วิตามิน (มิลลิกรัม/100 กรัม)	
ไรโบฟลาวิน	0.59
ไทอามิน	0.04
ไนอาซิน	1.01

ที่มา : Khare et at , 1995

ตารางที่ 2.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ โปรตีน ไขมัน ใยอาหารและคาร์โบไฮเดรตต่อน้ำหนักแห้งของโอคารา

โปรตีน	ไขมัน	ใยอาหาร	คาร์โบไฮเดรต	อ้างอิง
24.00(18.2-32.2)	15.2(6.9-22.2)	14.5(9.1-18.6)	-	brouneal.(1976)
25.4-28.4	9.3-10.9	52.8-58.1	3.8-5.3	van der Reit et al.(1989)
26.8±1.0	22.3±1.5	-	-	guermani et al.(1992)
26.8	12.3	-	52.9	ma et al.(1996)

ที่มา : O'Toole(1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุกัญญา (2544) ทำการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองจากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองที่เหมาะสม ในการทำขนมกรอบเค็มเสริมกากถั่วเหลืองจากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง ปริมาณที่ใช้ คือ ร้อยละ 0, 10, 15, 20, 25 และ 30 ของแป้งทั้งหมด ตามลำดับ แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจำนวน 20 คน 3 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณกากถั่วเหลืองจากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองร้อยละ 10 ของแป้งทั้งหมด ให้กลิ่นของเครื่องเทศที่พอเหมาะ กลิ่นไม่แรงเกินไป มีรสชาติที่กลมกล่อม หวาน มัน เค็มเล็กน้อย และ เนื้อสัมผัสไม่แข็งกระด้าง เป็นที่ยอมรับกับผู้บริโภค

ทิพย์นันท์ และ พรรนิกร (2545) ศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองจากกระบวนการสกัดน้ำมันในผลิตภัณฑ์ขนมอบ 2 ชนิดคือเค้ก และคุกกี้ โดยทดลองใช้กากถั่วเหลืองชนิดละเอียดทดแทนแป้งสาลีในผลิตเค้กในอัตราส่วนของ กากถั่วเหลืองชนิดละเอียดต่อแป้งสาลี คือ 0:100 (สูตรมาตรฐาน) 10:90 , 30:70 และ 50:50 โดยน้ำหนัก และใช้กากถั่วเหลืองชนิดหยาบทดแทนข้าวโอ๊ตในผลิตคุกกี้ในอัตราส่วน กากถั่วเหลืองชนิดหยาบ : ข้าวโอ๊ต คือ 0:100 (สูตรมาตรฐาน) 40:60 , 60:40 และ 80:20 โดยน้ำหนัก จากการผลการวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านประสาทสัมผัส ปรากฏว่าสามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองละเอียดในระดับ 10 % และสามารถทดแทนข้าวโอ๊ตด้วยกากถั่วเหลืองละเอียดในระดับ 40 %

Nuntisuk (2001) ได้พัฒนาสูตรขนบอบเสริมใยอาหารจากโอคารา ได้แก่ คุกกี้ บราวนี่ และเค้ก โดยโอคาราที่ใช้เป็นโอคาราแห้ง ได้แก่ โอคาราอบแห้ง (dried okara) และโอคาราอบแห้งพร่องไขมัน พบว่ามีปริมาณใยอาหารทั้งหมด 38.3 เปอร์เซ็นต์ และ 42.8 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก โดยใยอาหารส่วนใหญ่คือใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ สำหรับความสามารถในการอุ้มน้ำพบว่า โอคาราอบแห้งและโอคาราอบแห้งพร่องไขมัน มีความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากัน คือ 4.02 กรัมของน้ำต่อกรัมของโอคารา เมื่อนำโอคาราอบแห้งและโอคาราแห้งพร่องไขมันมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในคุกกี้ บราวนี่ และเค้ก พบว่าสามารถทดแทนได้ 40, 30 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่การเติมใยอาหารจากโอคาราอบแห้งและโอคาราอบแห้งพร่องไขมันมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น

Genta และคณะ (2002) นำโอคารามาใช้ในการผลิตลูกอม (nougat candy) โดยผสมโอคารา ถั่วลิสง กลูโคส น้ำมันที่ผ่านกระบวนการไฮเดรชัน น้ำตาล และกลิ่นธรรมชาติ (natural essences) โดยแบ่งออกเป็น 3 สูตร ได้แก่ สูตร A (โอคารา 18.3 เปอร์เซ็นต์ และถั่วลิสง 27.4 เปอร์เซ็นต์) สูตร B (โอคารา 27.4 เปอร์เซ็นต์ และถั่วลิสง 18.3 เปอร์เซ็นต์) และ สูตร C (โอคารา 36.6 เปอร์เซ็นต์ และถั่วลิสง 9.1 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณของส่วนผสมอื่นจะเท่ากันหมด แล้วให้ผู้บริโภคทั้งเพศชายและเพศหญิงที่อายุต่าง ๆ กันชิมลูกอม พบว่าคะแนนความชอบและการยอมรับของสูตรที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติมโอคาราน้อยที่สุด (สูตร A) ได้รับการยอมรับมากที่สุด และมีความแตกต่างจากสูตร B และC ในด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติ ส่วน C จะมีความแตกต่างจากสูตร A และB ในด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์

2.6 อายุ การเก็บรักษาอาหาร (shelf-life Food) และปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาอาหาร (IQA, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

อายุการเก็บรักษาอาหาร หมายถึง ระยะเวลานับตั้งแต่อาหารผ่านขบวนการผลิตจนถึงจุดที่อาหารเกิดการเสื่อมเสีย หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงถึงระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงซึ่งไม่อาจสังเกตได้ ได้แก่ การเสื่อมคุณค่าทางอาหาร และการเกิดสารพิษขึ้น การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนี้อาจเป็นกาเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ ด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านในขณะเดียวกัน

ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาอาหาร ได้แก่ ตัวผลิตภัณฑ์อาหาร สภาวะแวดล้อม ชนิดภาชนะบรรจุและลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

2.6.1 ตัวผลิตภัณฑ์อาหาร

ตัวผลิตภัณฑ์อาหารมีลักษณะและคุณภาพแตกต่างกัน เนื่องมาจากคุณภาพของวัตถุดิบ องค์ประกอบของอาหาร ลักษณะเฉพาะตัวตามธรรมชาติ และสุขลักษณะในกระบวนการผลิต

2.6.1.1 คุณภาพของวัตถุดิบ

เป็นปัจจัยขั้นแรกที่มีผลอย่างมากต่ออายุของอาหาร เนื่องจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จจะขึ้นกับคุณภาพของวัตถุดิบ

2.6.1.2 องค์ประกอบของอาหาร

อาหารชนิดหนึ่งมีองค์ประกอบหลายอย่าง องค์ประกอบเพียงบางอย่างเท่านั้นที่เป็นตัวจำกัดอายุของอาหารตัวอย่าง เช่น ชนิดและปริมาณไขมันในอาหารจะเป็นตัวกำหนดว่าอาหารนั้นจะเหม็นหืนได้เร็วหรือช้า ชนิดและปริมาณน้ำตาลในอาหารจะเป็นตัวกำหนดว่าอาหารจะเกิดสีคล้ำได้มากน้อยเพียงใด ดังนั้นจุดที่อาหารหมดอายุจะเป็นผลการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในอาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็วที่สุด

2.6.1.3 ลักษณะเฉพาะตัวตามธรรมชาติของอาหาร

อาหารแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะตัวตามธรรมชาติแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลทำให้อาหารแต่ละชนิดมีอายุการเก็บแตกต่างกัน เช่น อาหารที่มีความเป็นกรดสูง จะมีอายุการเก็บนานเนื่องจากมีความเป็นกรดในอาหารซึ่งสามารถคุ้มครองผลิตภัณฑ์โดยธรรมชาติ เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ถูกจำกัดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 สภาวะแวดล้อม

สภาวะแวดล้อมที่มีผลต่ออายุของอาหารได้แก่ ออกซิเจน แสง ความชื้น และอุณหภูมิ

2.6.2.1 ออกซิเจน

มีผลต่ออายุของอาหารเนื่องจากออกซิเจนสามารถทำปฏิกิริยาโดยตรงกับอาหารหรืออาจเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพขึ้น ตัวอย่างปฏิกิริยาที่มีออกซิเจนเกี่ยวข้อง เช่น ปฏิกิริยาการเกิดเหม็นหืน (rancidity) ในอาหาร ปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีในอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ เป็นต้น

2.6.2.2 แสง

มีผลต่ออายุอาหารเนื่องจากเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาบางอย่าง เช่น ปฏิกิริยาการเสื่อมสลายของสารอาหารจำพวกไวตามิน ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสี เป็นต้น

2.6.2.3 ความชื้น

ความชื้นในอาหารขึ้นกับความชื้นในอาหารเองและความชื้นในอากาศ ความชื้นในอาหาร หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร ความชื้นในอาหารอาจเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งมีผลต่ออายุของอาหาร เนื่องจากน้ำเป็นตัวที่ทำให้ลักษณะทางกายภาพของอาหารเปลี่ยนแปลงไปเป็นตัวกลางในการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหาร และช่วยทำให้เอ็นไซม์ในอาหารทำงานได้ดีขึ้น และประการสำคัญน้ำเป็นตัวเชื่อมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่

2.6.2.4 อุณหภูมิ

มีผลต่ออายุของอาหาร เนื่องจากอุณหภูมิ เป็นตัวจำกัด อัตราการเจริญเติบโต และปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร และเป็นตัวกำหนดอัตราการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมี เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล จะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิสูงขึ้น อาหารชนิดเดียวกันเก็บอุณหภูมิต่างกันจะมีอายุการเก็บต่างกัน

2.6.3 ชนิดภาชนะบรรจุ

ภาชนะบรรจุเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของอาหารเป็นอย่างมาก เนื่องจากภาชนะบรรจุทำหน้าที่เหมือนเกราะคุ้มกันให้อาหาร สามารถจำกัดปริมาณ ออกซิเจน แสง และความชื้นจากสิ่งแวดล้อม ดังนั้น แม้ว่าอาหารจะมีคุณภาพและขบวนการผลิตดีเพียงใดก็ตาม แต่ถ้านำไปบรรจุในภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้อายุกาเก็บของอาหารสั้นลง หรือเสื่อมเสียคุณภาพก่อนถึงระยะเวลาที่กำหนด เช่น ถ้านำวัสดุที่ยอมให้ไอน้ำผ่านได้ดีมาทำภาชนะบรรจุอาหารอบกรอบ ก็จะทำให้อาหารคงความกรอบได้ไม่นาน อีกประการหนึ่งถ้าใช้ภาชนะบรรจุเหมาะสมแต่ผนึกภาชนะไม่แน่นหรือ ภาชนะบรรจุรูเข็มก็จะทำให้อายุการเก็บของอาหารสั้นลงเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ลักษณะการใช้และการเก็บผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

ลักษณะการใช้และการเก็บผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค เป็นปัจจัยสุดท้ายที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของอาหาร เช่น การปิดฝาภาชนะไม่แน่น จะทำให้อายุการเก็บรักษาของอาหารสั้นลง การเก็บผลิตภัณฑ์อาหารไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้อายุการเก็บรักษาของอาหารสั้นลงได้เช่นกัน

2.6.5 ความจำเป็นของการศึกษาอายุของอาหาร

การศึกษาอายุของอาหารสำหรับผู้ผลิต นักการตลาด ผู้บริโภค ย่อมมีจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ ผู้ผลิตจำเป็นต้องทราบอายุของอาหารเพื่อ

1) เป็นข้อมูลในการตัดสินใจว่าจะคุ้มที่จะลงทุนหรือไม่

2) เป็นข้อมูลในการกำหนดระยะเวลาในการขายสินค้าให้กับฝ่ายการตลาด

3) สามารถกำหนดวันหมดอายุของอาหารอย่างถูกต้องลงบนภาชนะ

4) เป็นตัวกำหนดมาตรการในการควบคุมขบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จ มีอายุการเก็บที่ถูกต้อง

5) ช่วยในการเลือกชนิดของภาชนะบรรจุให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ โดยที่สามารถคุ้มครองผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการเก็บนานที่สุด หรือคุ้มครองผลิตภัณฑ์ในระยะเวลาการเก็บที่ต้องการ โดยสามารถหลีกเลี่ยงการเกิด overpackaging หรือ underpackaging เป็นการลดต้นทุนการผลิต

6) เป็นข้อมูลในการคัดเลือกวัตถุดิบ การสต็อกวัตถุดิบ เป็นการวางแผนการผลิตและการเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จ

7) ประการสุดท้าย การศึกษาอายุของอาหารจะทำให้เกิดการปรับปรุง และพัฒนาคุณภาพสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 จากจากสถาบันวิจัยพืชไร่ จังหวัด เชียงใหม่

3.1.1.2 แป้งมันสำปะหลัง ตราปลาไทย 5 ดาว ผลิตโดยบริษัทอี.ที.ซี.เอี๊ยบตงจั่น จำกัด

3.1.1.3 นมสดคาร์เนชัน ผลิตโดยบริษัทเนสท์เล่ฟู้ดส์ (ประเทศไทย)จำกัด

3.1.1.4 น้ำตาลทราย ตรามิตรผล ผลิตโดยบริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด

3.1.1.5 เกลือป่น ตราปรุงทิพย์ ผลิตโดยบริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธ์ จำกัด

3.1.2.6 น้ำปลา ตราแม่ครัวฉลากทอง ผลิตโดยบริษัทชลบุรีตราแม่ครัวฉลากทองจำกัด

3.1.1.7 ไข่ไก่

3.1.1.8 น้ำ

3.1.1.9 เมล็ดงา จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.1.10 น้ำตาลปี๊บ จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.1.11 กระเทียม จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.1.12 พริกไทยเม็ด จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.1.13 รากผักชีสด จากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3.1.1.14 น้ำมันพืชมรกต

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 แคลเซียมคาร์บอเนต($CaCO_3$) Food Grade

3.1.2.2 TBA reagent

3.1.2.3 Hydrochloric acid

3.1.2.4 90 % glacial acetic acid

3.1.2.5 petroleum ether

3.1.2.6 mix indecator

3.1.2.7 catalyst

3.1.2.8 กรดซัลฟูริคเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.9 กรดบอริค

3.1.2.10 โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.1.2.11 โปตัสเซียมซัลเฟต

3.1.2.12 เอธิลแอลกอฮอล์ 95 %

3.2 อุปกรณ์การผลิต

3.2.1 เครื่องกะเทาะเปลือกถั่วเหลือง

3.2.2 เครื่องผลิตน้ำนมถั่วเหลือง

3.2.3 เครื่องบีบน้ำ

3.2.4 เครื่องปิดผนึก

3.2.5 เครื่องชั่งชนิดหยาบ BP 221S

3.2.6 อุปกรณ์ขึ้นรูปแบบแผ่น

3.2.7 ตู้เย็นสำหรับเก็บกากถั่วเหลือง

3.2.8 กะละมังสแตนเลส

3.2.9 ช้อนสแตนเลส

3.2.10 ถ้วยอะลูมิเนียม

3.2.11 ตะกร้อมือ

3.2.12 ถาดอะลูมิเนียม

3.2.13 ตะแกรงร่อนแป้ง

3.2.14 มีด

3.2.15 เขียง

3.2.16 ครก

3.2.17 ช้อนตวง

3.2.18 ถ้วยตวง

3.2.19 ทัพพี

3.2.20 ถังพลาสติก

3.2.21 กระบอกตวงพลาสติก

3.2.22 หม้อสแตนเลสสำหรับต้มน้ำ

3.2.21 ถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน จ.กโรงงานศรีสกุลพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.22 ถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (ชนิดหนา) จากบริษัทตรีเทพวิจิตรอุตสาหกรรม จำกัด

3.2.23 ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ จากบริษัทเจนจรัสเคมซัพพลาย จำกัด

3.2.24 ถุงเมเทอร์ไลท์

3.2.25 ตัวดูดซับออกซิเจน Ageless RP100 จากบริษัทเจนจรัสเคมซัพพลาย จำกัด

3.2.26 เตาแก๊ซ

3.2.27 Refactometer รุ่น N-1 ATAGO

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์ทางเคมี

3.3.1 ตู้อบ (Hot air oven)

3.3.2 เครื่อง Spertophotometer

3.3.3 เครื่องชั่งชนิดละเอียด BP3100S

3.3.4 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน

3.3.4.1 เครื่องย่อยโปรตีน Gerhardt KB 8S

3.3.4.2 เครื่องกลั่น Gerhardt VAP 30

3.3.5 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน Gerhardt S306AK

3.3.6 ชุดวิเคราะห์ TBA

3.3.7 ชุดวิเคราะห์ crude fiber

3.3.8 muffle furnace

3.3.9 aluminium can

3.3.10 thimble

3.3.11 tong

3.3.12 crucible

3.3.13 cuvette

3.3.14 ลูกแก้ว

3.3.15 hot plate

3.3.16 magnetic sterrer

3.3.17 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

3.3.18 น้ำแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.4.1 แก้วน้ำ

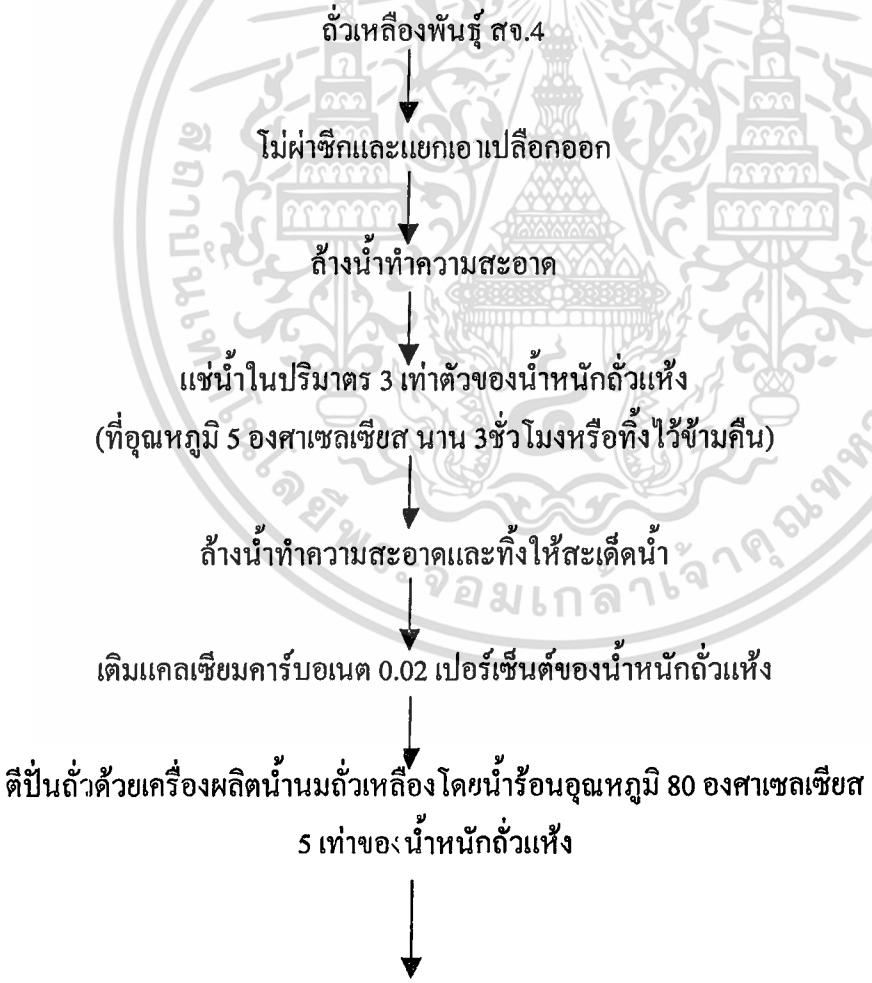
3.4.2 น้ำ

3.4.3 แบบทดสอบ

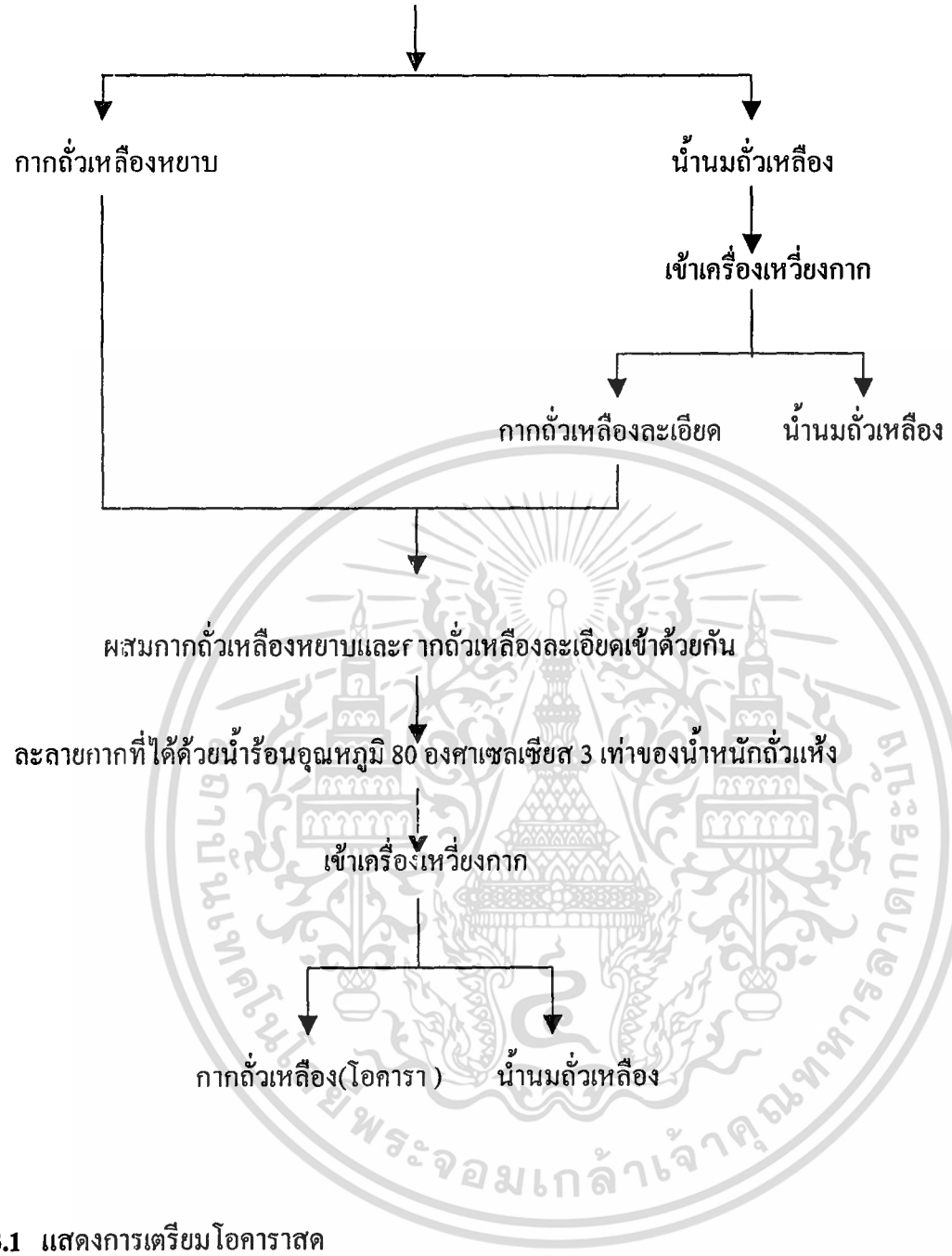
3.5 วิธีการดำเนินงาน

3.5.1 วิธีการเตรียมกากถั่วเหลือง

เตรียมโอคาราสดจากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองที่ผลิตในอุตสาหกรรมครัวเรือน ดังรูปที่ 3.1 และกำจัดกลิ่นถั่วโดยการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต 0.02 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักถั่วแห้งในขั้นตอนการบดถั่ว(ดัดแปลงจาก วรลักษณ์, 2545)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงการเตรียมโอคาราสด

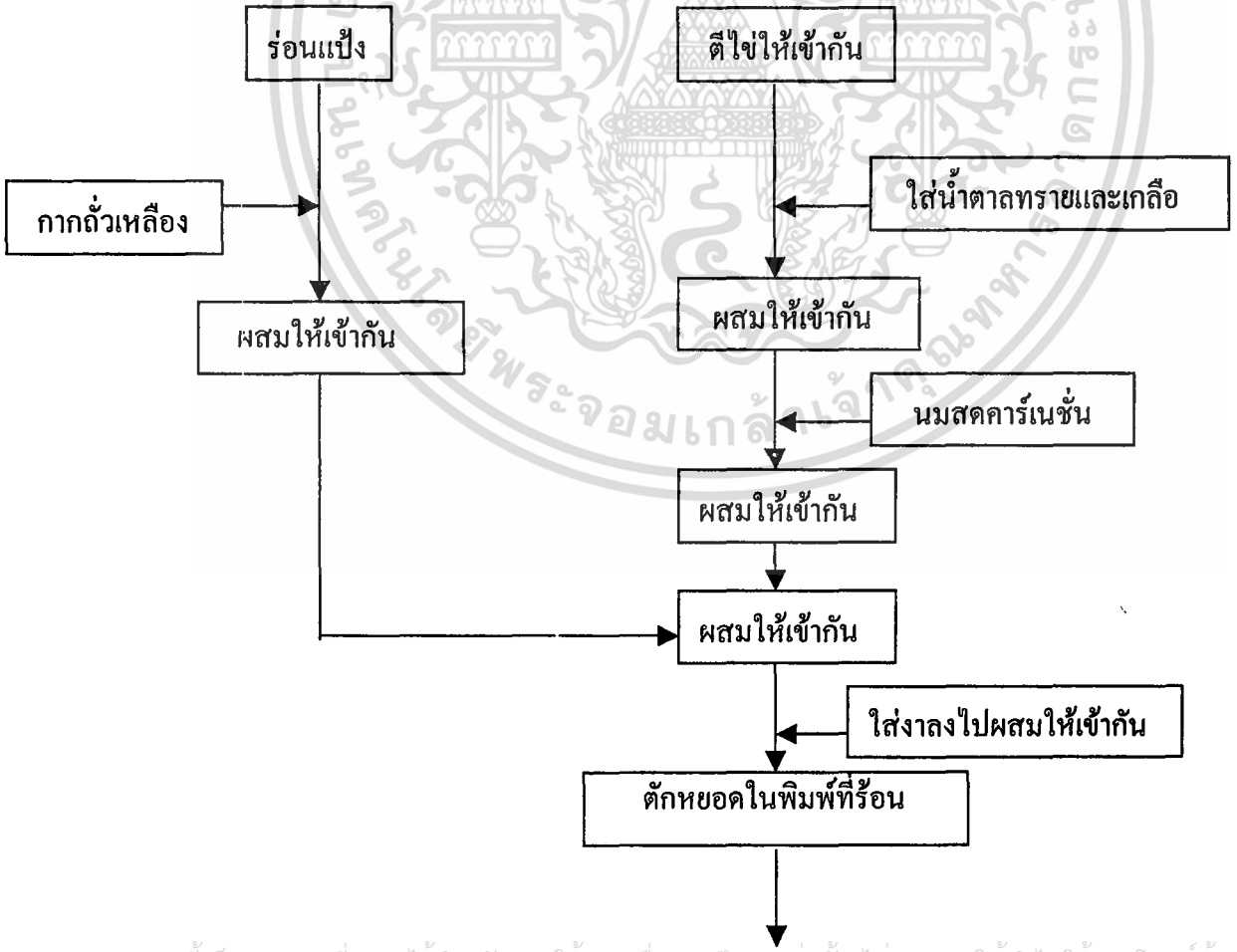
ที่มา : ดัดแปลงจาก วรลักษณ์, 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

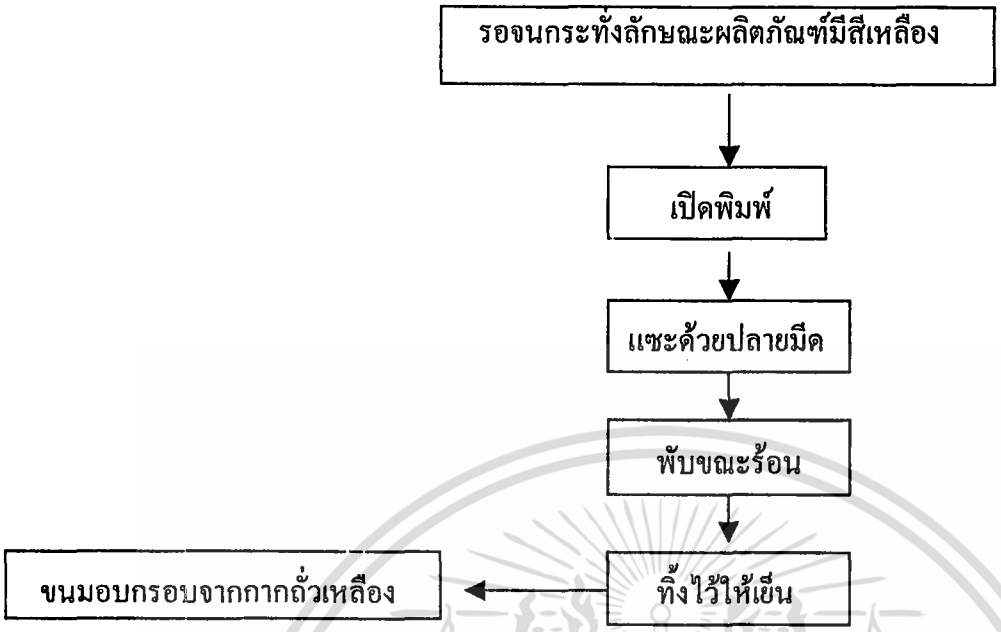
96953

ตารางที่ 2.5 แสดงสูตรพื้นฐานขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

ส่วนผสม	ปริมาณ	
	กรัม	(%)
แป้งมัน	137	14.99
กากถั่วเหลือง	120	13.13
นมสดคาร์เนชั่น	285	31.18
น้ำตาลทราย	120	13.13
เกลือป่น	6	0.66
ไข่ไก่	60	6.56
เมล็ดงา	6	0.66
น้ำ	180	19.69
รวม	914	100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

3.5.2 ศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่ใช้ในส่วนผสมของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

โดยใช้กากถั่วเหลืองในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 120 ,140 และ 160 กรัม ทำการผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองตามสูตรพื้นฐานในตารางที่ 2.5 และแสดงขั้นตอนการผลิตขนมอบกรอบในรูปที่ 3.2

3.5.2.1 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองจากข้อ 3.5.2 นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความกรอบ ความชอบโดยรวม โดยใช้แบบทดสอบ 7 point hedonic scale scoring แบบสอบถามในภาคผนวก ก. 1ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส คือ นักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 30 คน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.5.3 ศึกษาการปรับปรุงรสชาติของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

โดยทำการปรับปรุงสูตรน้ำปรุงรส โดยใช้น้ำปรุงรสในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 192.10, 195.91และ 199.71กรัม ซึ่งมีส่วนผสมดังตารางที่ 2.6 และ ทำการผสมดังรูปที่ 3.3 แล้วนำไปผสมในส่วนผสมของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง ที่คัดเลือกได้จากการทดลองจากข้อ3.5.2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ส่วนผสมของน้ำปรุงรส

ส่วนผสม	สูตรพื้นฐาน (%)	ปริมาณของน้ำปรุงรส		
		อัตราส่วนที่ 1	อัตราส่วนที่ 2	อัตราส่วนที่3
น้ำตาลปี๊บ	120	121.2	123.6	126.0
น้ำปลา	12	12.1	12.4	13.0
กระเทียม	12	12.1	12.4	13.0
พริกไทยเม็ด	3	3.0	3.1	3.2
รากผักชีสด	7.2	7.3	7.4	7.6
ผักชี	36	36.4	37.1	37.1
น้ำหนัก (กรัม)	190.20	192.1	196.0	199.9

รูปที่ 3. 3 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำปรุงรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19736

3.5.3.1 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองจากข้อ 3.5.3 นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความกรอบ ความชอบโดยรวม โดยใช้แบบทดสอบ 7 point hedonic scale scoring แบบสอบถามในภาคผนวก ก. 1 ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส คือ นักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 30 คน นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.5.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

นำขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่คัดเลือกได้จากการทดลอง ข้อ 3.5.3.1 มาบรรจุในถุง 3 ชนิด ดังนี้

ก. ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ ขนาด 9 นิ้ว x 9 นิ้ว และ ใส่ตัวดูดซับออกซิเจน

ข. ถุงเมเทอร์ไลท์ ขนาด 9 นิ้ว x 9 นิ้ว

ค. ถุงโพลีโพรพิลีน(ชนิดหนา) ขนาด 8 นิ้วx 12 นิ้ว

โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 28 วัน และนำมาตรวจคุณภาพในวันที่ 7 , 14 ,21 และ 28 ในด้าน

3.5.4.1 โดยวิธีวัดค่า TBA (Thiobarbituric acid number) (AOAC, 1990)

3.5.4.2 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์ โดยใช้การทดสอบความแตกต่างแบบ Triangle Test ใช้แบบสอบถามในภาคผนวก ก. 2 โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส คือ นักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 15 คน

3.5.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

นำขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 1990)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 1990)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990)
- ปริมาณ crude fiber (AOAC, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

3.5.6 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5.7 ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองเริ่มตั้งแต่ ตุลาคม พ.ศ. 2546 และ สิ้นสุด เดือนกุมภาพันธุ์ พ.ศ. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการทำผลิตภัณฑ์จากกากถั่วเหลืองเบื้องต้น

1. ลูกชุบ โดยใช้กากถั่วเหลืองชนิดละเอียดแทนถั่วเขียวในสูตร โดยใช้แทนถั่วเขียว 50%,80% และ 90% เมื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันผลปรากฏว่า ที่ 50 % ให้รสชาติดีที่สุด แต่พบข้อจำกัดในการทำ คือ ปริมาณกากละเอียดที่ได้น้อยมาก (จากการทำน้ำนมถั่วเหลือง 5 กิโลกรัมได้กากละเอียดที่ผ่านการบีบน้ำออกแล้วประมาณ 580 กิโลกรัม) , ใช้กากแทนได้ในปริมาณที่น้อย, ลูกชุบยังคงมีกลิ่นถั่วเหลืองเล็กน้อย และ มีเนื้อสัมผัสสาก ๆ

2. ปุยฝ้าย โดยใช้ กากถั่วเหลืองชนิดหยาบ แทนแป้งสาลี 50 %ในขนมปุยฝ้าย ผลปรากฏว่าระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้สุกนานกว่าปุยฝ้ายที่ใช้แป้งสาลีล้วน , ลักษณะตัวแป้งของขนมไม่ขึ้นฟู เนื้อแน่น เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นพบว่าเนื้อสัมผัสของขนมจะมีความกระด้างมากขึ้น จากผลการทำข้างต้นนี้จึงได้นำกากหยาบไปอบด้วยเครื่อง traydry ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่อง bender และนำไปโม่ด้วยเครื่องโม่แป้ง ทำให้ได้กากหยาบที่มีลักษณะเป็นผงคล้ายแป้ง แล้วจึงนำไปแทนแป้งสาลี 70 % ในขนมปุยฝ้าย ผลปรากฏว่าลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างไปจากเดิม

3. Craker โดยใช้กากถั่วเหลืองชนิดหยาบที่มีลักษณะเป็นผงคล้ายแป้ง แทนแป้งสาลี 70 % ในสูตรส่วนผสมของขนมหม้อตาล ในส่วนที่เป็นถ้วย ผลปรากฏว่า craker ที่ได้มีลักษณะปรากฏที่ดี แต่เนื้อสัมผัสจะมีลักษณะหยาบ และพบข้อจำกัดในการนำกากหยาบที่มีลักษณะเป็นผงคล้ายแป้ง คือ จะทำให้สูญเสีย % yield สูง และไม่สะดวกกับอุตสาหกรรมครัวเรือนที่จะนำกากถั่วเหลืองมาทำให้เป็นผงที่มีลักษณะคล้ายแป้ง เพราะต้องผ่านการทำหลายขั้นตอน ไม่สะดวกในการทำในระดับครัวเรือน

4. ขนมรังผึ้ง โดยยังคงใช้สูตรส่วนผสมที่ใช้แป้งสาลี 100% ในขนมรังผึ้ง และทำการเพิ่มกากถั่วเหลืองชนิดหยาบลงไป 10 % ของส่วนผสม พบว่า ตัวผลิตภัณฑ์ไม่ขึ้นฟู เมื่อทิ้งไว้ให้เย็นเนื้อของขนมจะมีความแข็ง และมีกลิ่นถั่ว

5. ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง โดยใช้กากถั่วเหลืองชนิดหยาบในการทำ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความกรอบ ไม่มีปัญหาด้านกลิ่นถั่ว และเนื้อสัมผัส

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์เบื้องต้น จึงได้ข้อสรุปว่า กากหยาบมีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่ใช้ในส่วนผสมของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

จากการศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่ใช้ในส่วนผสมของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง โดยใช้กากถั่วเหลืองในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 120, 140 และ 160 กรัม แล้วนำผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ใช้แบบทดสอบ 7 point hedonic scale scoring และวางแผนการทดลองแบบ RCBD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) แสดงผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง เมื่อใช้อัตราส่วนของกากถั่วเหลืองที่ระดับต่าง ๆ

ปริมาณกากถั่วเหลือง (%)	ลักษณะที่ทดสอบ				
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	กลิ่นรส^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความกรอบ^{ns}	ความชอบโดยรวม^{ns}
120	4.80 ± 1.32	4.93 ± 1.41	4.90 ± 1.45	5.27 ± 1.57	5.13 ± 1.25
140	4.90 ± 1.21	4.57 ± 1.01	4.90 ± 1.16	5.27 ± 1.33	5.00 ± 1.11
160	4.67 ± 1.30	4.47 ± 1.43	4.87 ± 1.46	5.37 ± 1.61	5.10 ± 1.40

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง โดยการพิจารณาจากการทดสอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ความกรอบ ความชอบโดยรวม พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เตรียมได้จากทุกสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) นั่นคือ ผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่ใช้อัตราส่วนของกากถั่วเหลืองที่ระดับต่าง ๆ ได้ ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ใช้กากถั่วเหลือง 160 กรัม ซึ่งพิจารณาจากการเพิ่มปริมาณกากถั่วเหลืองลงในผลิตภัณฑ์ให้ได้มากที่สุดเพื่อเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้ที่ได้จากการทำน้ำนมถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาการปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

จากการศึกษาการปรับปรุงรสชาติของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง โดยผสมน้ำปรุงรสที่ 3 อัตราส่วน โดยมีปริมาณ 192.1 , 196.0 และ 199.9 กรัม ต่อสูตรขนม แล้วนำผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ใช้แบบทดสอบ 7 point hedonic scale scoring และวางแผนการทดลองแบบ RCBD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง เมื่อใช้อัตราส่วนของน้ำปรุงรสที่ระดับต่าง ๆ

อัตราส่วนน้ำปรุงรส (กรัม/สูตร)	ลักษณะที่ทดสอบ				
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความกรอบ^{ns}	ความชอบโดยรวม^{ns}
1	$5.37^{a} \pm 1.19$	5.17 ± 0.95	5.50 ± 1.07	5.67 ± 1.21	5.67 ± 1.00
2	$4.77^{b} \pm 1.20$	5.07 ± 1.05	5.13 ± 1.22	5.33 ± 1.27	5.30 ± 1.06
3	$5.17^{ab} \pm 1.32$	4.70 ± 1.29	5.20 ± 1.19	5.33 ± 1.32	5.17 ± 1.05

หมายเหตุ a , b , c...n ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง โดยการพิจารณาจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความกรอบ และความชอบโดยรวม เช่น คะแนนการทดสอบด้านกลิ่นรส มีคะแนนเฉลี่ย 5.17, 5.07 และ 4.70 ตามลำดับ แต่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏ โดยสูตรอัตราส่วนน้ำปรุงรส ที่ 1 ได้รับการยอมรับทางลักษณะปรากฏมากที่สุด คือ 5.37 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่บรรจุในถุง 3 ชนิด คือ ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ที่ใส่ตัวดูดซับออกซิเจน, ถุงเมเทอร์ไลท์ และ ถุงโพลีโพรพิลีน(ชนิดหนา) โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 28 วัน และนำมาตรวจคุณภาพทุก 7 วัน

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ค่า TBA number

วางแผนการทดลองแบบ RCBD ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) แสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ชนิดบรรจุภัณฑ์	วันที่ทำการตรวจสอบคุณภาพ				
	0	7	14	21	28
อะลูมิเนียมฟอยด์	$0.67^{Ce} \pm 0.04$	$0.79^{Cd} \pm 0.02$	$1.08^{Cc} \pm 0.06$	$1.67^{Cb} \pm 0.15$	$1.83^{Ca} \pm 0.13$
เมเทอร์ไลท์	$0.67^{Be} \pm 0.04$	$1.05^{Bd} \pm 0.06$	$1.58^{Bc} \pm 0.03$	$1.89^{Bb} \pm 0.03$	$2.17^{Ba} \pm 1.20$
โพลีโพรพิลีน	$0.67^{Ae} \pm 0.04$	$1.67^{Ad} \pm 0.05$	$1.93^{Ac} \pm 0.05$	$2.51^{Ab} \pm 0.03$	$2.94^{Aa} \pm 0.07$

หมายเหตุ a , b , c ...e ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) ในแนวนอน

A,B,C ตัวอักษรต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) ในแนวตั้ง

จากตารางที่ 4.3 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองมาวิเคราะห์ค่าTBA พบว่า ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ ,ถุงเมเทอร์ไลท์ และถุงโพลีโพรพิลีน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีคะแนนเฉลี่ยของค่า TBA number คือ 0.79 , 1.05 และ 1.67 ตามลำดับ และพบว่าเมื่อจำนวนวันในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) เช่น จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ที่ 7 วัน เป็น 28 วัน มีคะแนนเฉลี่ยของค่า TBA number คือ 0.79 และ 1.83 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง เป็นเวลา 28 วันในถุงโพลีโพรพิลีน จะมีคะแนนเฉลี่ยของค่า TBA number สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์

โดยใช้การทดสอบความแตกต่างแบบ Triangle Testและ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คนแสดงผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ , ถุงเมเทอร์ไลท์ และถุงโพลีโพรพิลีน

วันที่	ชนิดของภาชนะบรรจุ		
	อะลูมิเนียมฟอยล์	เมเทอร์ไลท์	โพลีโพรพิลีน
7	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
14	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
21	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
28	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง

หมายเหตุ : ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ต้องมีผู้ตอบถูก 9 คน จาก 15 คน จึงจะถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 4.4 จากการนำผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ Triangle Test ดังแสดงในภาคผนวก ก.4 ของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง ที่บรรจุใน ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ , ถุงเมเทอร์ไลท์และถุงโพลีโพรพิลีน ผลปรากฏว่า จากการเก็บเป็นระยะเวลา 28 วัน ผู้ชิมไม่สามารถแยกความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังนั้น แสดงว่า บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดนั้นสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองได้ไม่แตกต่างกัน

เพราะฉะนั้นจากการศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง ทำให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองสามารถเก็บได้อย่างน้อย 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง โดยวิเคราะห์ ความชื้น , โปรตีน, ไขมัน และ crude fiber

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)
ความชื้น	1.93
โปรตีน	7.24
ไขมัน	2.36
crude fiber	1.64
อื่น ๆ	86.83

จากตารางที่ 4.5 พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองมีคาร์โบไฮเดรตค่อนข้างสูง รองลงมา คือ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และ crude fiber ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากการศึกษาใช้กากถั่วเหลืองในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 120 , 140 และ 160 กรัมในขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในทุกลักษณะการทดลอง ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ใช้กากถั่วเหลือง 160 กรัม เพื่อเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้ที่ได้จากการทำน้ำนมถั่วเหลือง

2. จากการศึกษาการปรับปรุงรสชาติของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง โดยทำการเพิ่มปริมาณส่วนผสมของน้ำปรุงรสจากสูตรเดิม โดยแบ่งเป็น 3 อัตราส่วน ดังนี้ 192.1 , 196.0 และ 199.9 กรัม/สูตร เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในด้าน กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความกรอบ และความชอบโดยรวม แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏ โดยสูตรที่เติมน้ำปรุงรส 192.1 กรัม/สูตร ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด

3. จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่บรรจุในถุง 3 ชนิด คือ อะลูมิเนียมฟอยด์ที่ใส่ตัวดูดซับออกซิเจน, ถุงเมเทอร์ไลท์ และถุงโพลีโพรพิลีน เมื่อวัดค่า TBA พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อจำนวนวันในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) ระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์ และในการวิเคราะห์ค่า TBA ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดีที่สุด แต่ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle Test พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างภาชนะบรรจุทั้ง 3 ชนิด และสามาเก็บผลิตภัณฑ์ได้ 28 วัน โดยผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างได้

4. จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง ประกอบด้วย โปรตีน 7.24% , ความชื้น 1.93 % , ไขมัน 2.36% และ crude fiber 1.64 % และอื่น ๆ 86.83 %

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนผสมสูตรของขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองจะมีลักษณะเหลวไม่ข้นทำให้คิดว่า ถ้าเติมสารให้ความข้นหนืดลงไป เพื่อช่วยในการรวมตัวกัน แล้วนำไปให้ความร้อนโดยการทอดอาจจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมา

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมพืชพันธุ์. ถั่วเหลือง เอกสารวิชาการ. 2531

กล้าณรงค์ ศรีรอดและ จุนทนี จิตต์รำพึง. 2539. พจนานุกรม Food Additives สำหรับนักอุตสาหกรรมอาหารและเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท จาร์พา เท็คเซ็นเตอร์ จำกัด

เพลินใจ ตังคณะกุล. 2546 "ยอมรับถั่วเหลือง..เป็นหนึ่งในอาหารประจำวันของเรา". วารสารอาหาร. 33, 1:11-14

มาลี ซิ้มศรีสกุล. 2540. "การสกัดเส้นใยอาหารจากกากถั่วเหลืองเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร". กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ยุพร พืชกมุทร. 2540. การปรับปรุงการเกิดเจลของโปรตีนจากถั่วเหลือง. สถาบันเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ยุพร พืชกมุทร และ วุฒิชัย นาครักษา. 2545. เอกสารประกอบการเรียนการสอน. ปฏิบัติการเคมี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . กรุงเทพฯ

ลินจง สุขลำพู. 2540. "การศึกษากรรมวิธีการทำโยเกิร์ตถั่วเหลืองเพื่อพัฒนาคุณภาพด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส". วิทยานิพนธ์ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุกัญญา แก้วกุย. 2544. การผลิตกรอบเค็มเสริมกากถั่วเหลือง. ปัญหาพิเศษ. สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชา คุรุศาสตร์เกษตร คณะ คุรุศาสตร์อุตสาหกรรม.

วรรณวรางค์ วัชรานานันท์. 2546. "การผลิตขนมขบเคี้ยวจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์". วิทยานิพนธ์ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วสวัติ แก้ววังสาร, องอาจ อธิคมกุลชัย และ อุไรวรรณ นิ่มมาด. 2540. การศึกษาเบื้องต้นของอายุการเก็บรักษาของข้าวกล้องในถุงพลาสติก. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AOAC. Official Method of Analysis. 15thed. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. (1990)

Budavari, S. 1996. The Merck Index. 12 th ed., New Jersey : Merck.

Herbert Stone and Joel L.Sidel. Sensoru evaluation practices second edition. 1993. Academic Press, Inc.

Genta, H.D., Genta. M.L. , Alvarez, N.V. and Santana, M.S. 2002. Production and Acceptance of a Soy Candy. J. of food engineering. 53:199-202.

Khare, S.K., Krishna, J. And Gandhi. A.P.1995 Citric Acid Production from Okara(soy residue) by Solid – state Fermentation. Bioresource Technol. 54 : 323-325.

Nuntisak, R. 2001. Formulation of Dietary fiber Enriched Bakery Products Containing Dried Okara and Defatted Dried Okara. M.S. Thesis, Mahidol University. Bangkok.

O'Toole. D.K. 1999. Charateristics and use of Okara, the soybean Residue from Soymilk Production-A Review. J . Agric. Food Chem. 47 : 363-371

Synder, H.E. and T.W. kwon. 1978. Soybean Utilization. New York : AVI. Publisher, Nostrane Reinhold Company, New York.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scaleing และ Triangle Test

ภาคผนวก ข. ตารางการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์ Proximate analysis

ภาคผนวก ง. รูปภาพเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและวิเคราะห์เคมี และการเก็บผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scaleing และ Triangle Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. 1

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

ชื่อผู้ทดสอบ ..... **วันที่** .....

คำชี้แจง

กรุณาชิมตัวอย่างขนมอบกรอบโอคาราแล้วให้คะแนนตามความชอบของท่านตามลำดับคะแนนดังนี้

7 = ชอบมาก
6 = ชอบปานกลาง
5 = ชอบเล็กน้อย
4 = เฉย ๆ
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
2 = ไม่ชอบปานกลาง
1 = ไม่ชอบมาก

รหัส	ลักษณะ				
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความกรอบ	ความชอบรวม

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....**ขอบคุณมากค่ะ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. 2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ .....

คำชี้แจง

กรุณาชิมตัวอย่างแต่ละชุดตามลำดับจากซ้ายไปขวา ในแต่ละชุดมี 3 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างที่เหมือนกัน 2 ตัวอย่าง จงวงกลมล้อมรอบรหัสตัวอย่างที่แตกต่าง กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

ชุดที่ ตัวอย่าง ....

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....ขอบคุณมากค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. 3

แผ่นบังคับการทดสอบ (Master sheet)

ผู้ชิม 15 คน

ชื่อผลิตภัณฑ์ ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง (บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์)

ชุดที่ 1

Judge	Order	Sample code and Order of serving			
		A	A	B	B
1	2(ABA)	395	916	608	248
2	5(BAB)	626	957	805	522
3	6(BBA)	887	139	757	174
4	1(AAB)	630	497	377	434
5	4(BAA)	622	173	914	566
6	3(ABB)	725	336	017	199
7	5(BAB)	547	607	792	273
8	2(ABA)	423	678	448	958
9	3(ABB)	976	718	249	067
10	1(AAB)	436	353	724	553
11	6(BBA)	772	259	474	379
12	4(BAA)	448	127	536	956
13	1(AAB)	865	496	490	338
14	4(BAA)	857	798	606	921
15	2(ABA)	560	884	668	198
Total correct					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. 3

แผ่นบังคับการทดสอบ (Master sheet)

ผู้ชิม 15 คน

ชื่อผลิตภัณฑ์ ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง (บรรจุในถุงเมเทอร์ไลท์)

ชุดที่ 2

Judge	Order	Sample code and Order of serving			
		A	A	B	B
1	2(ABA)	395	916	608	248
2	5(BAB)	626	957	805	522
3	6(BBA)	887	139	757	174
4	1(AAB)	630	497	377	434
5	4(BAA)	622	173	914	566
6	3(ABB)	725	336	017	199
7	5(BAB)	547	607	792	273
8	2(ABA)	423	678	448	958
9	3(ABB)	976	718	249	067
10	1(AAB)	436	353	724	553
11	6(BBA)	772	259	474	379
12	4(BAA)	448	127	536	956
13	1(AAB)	865	496	490	338
14	4(BAA)	857	798	606	921
15	2(ABA)	560	884	668	198
Total correct					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. 3

แผ่นบังคับการทดสอบ (Master sheet)

ผู้ชิม 15 คน

ชื่อผลิตภัณฑ์ ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง (บรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน)

ชุดที่ 3

Judge	Order	Sample code and Order of serving			
		A	A	B	B
1	2(ABA)	695	713	434	973
2	5(BAB)	141	428	404	472
3	6(BBA)	130	462	279	741
4	1(AAB)	260	977	428	644
5	4(BAA)	414	860	489	667
6	3(ABB)	805	055	220	688
7	5(BAB)	027	696	303	715
8	2(ABA)	494	717	847	055
9	3(ABB)	974	687	339	829
10	1(AAB)	062	635	772	859
11	6(BBA)	963	682	493	037
12	4(BAA)	662	971	897	309
13	1(AAB)	906	292	336	686
14	4(BAA)	961	678	973	439
15	2(ABA)	183	520	261	499
Total correct					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.4

ตารางที่ ก.4 Minimum Number of Correct Judgments to Establish Significance at Various Probability Levels for the Triangle Test (One – Tailed , $p = 1/3$) [a]

Number of trails (n)	Probability Levels						
	.05	.04	.03	.02	.01	.005	.001
5	4	5	5	5	5	5	
6	5	5	5	5	6	6	
7	6	6	6	6	6	7	7
8	6	6	6	6	7	7	8
9	7	7	7	7	7	8	8
10	7	7	7	7	8	8	9
11	8	7	8	8	8	9	10
12	8	8	8	8	9	9	10
13	9	8	9	9	9	10	11
14	9	9	9	9	10	10	11
15	9	9	10	10	10	11	12
16	10	10	10	10	11	11	12
17	10	10	10	11	11	12	13
18	11	11	11	11	12	12	13
19	11	11	11	12	12	13	14
20	12	11	12	12	13	13	14
21	12	12	12	13	13	14	15
22	12	12	13	13	14	14	15
23	13	13	13	13	14	15	16
24	13	13	13	14	15	15	16
25	14	14	14	14	15	16	17
26	14	14	14	15	15	16	17
27	15	14	15	15	16	17	18
28	15	15	15	16	16	17	18
29	15	15	16	16	17	17	19
30	16	16	16	16	17	18	19

ที่มา : ดัดแปลงจากH. Stone and J.L. Sidel , 1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. 1

ตารางที่ ข .1 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์

ผู้ชิม	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)			
	7	14	21	28
1	0	0	0	0
2	1	0	0	1
3	1	1	1	1
4	0	0	1	1
5	1	0	0	1
6	0	1	1	0
7	1	0	0	1
8	1	1	1	0
9	0	0	1	0
10	0	1	0	0
11	0	1	0	1
12	0	1	1	0
13	1	0	1	1
14	0	1	1	0
15	1	1	0	1
คะแนนรวม	7	8	8	8

หมายเหตุ 1 = ผู้ชิมที่แยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้

0 = ผู้ชิมที่แยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. 2

ตารางที่ ข. 2 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงเมเทอร์ไลท์

ผู้ชิม	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)			
	7	14	21	28
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	1
4	0	1	1	0
5	0	1	0	0
6	1	1	0	1
7	0	0	0	1
8	1	0	1	1
9	0	1	1	0
10	1	1	0	1
11	1	1	0	0
12	0	1	1	1
13	0	0	1	0
14	0	0	0	1
15	1	0	1	0
คะแนนรวม	6	8	7	7

หมายเหตุ 1 = ผู้ชิมที่แยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้

0 = ผู้ชิมที่แยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. 3

ตารางที่ ข. 3 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีน

ผู้ชิม	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)			
	7	14	21	28
1	1	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	1	0	1	1
5	1	1	0	0
6	1	1	0	1
7	1	0	0	0
8	1	0	0	1
9	0	0	1	1
10	1	0	1	0
11	0	1	0	1
12	0	0	1	1
13	0	0	0	1
14	0	1	1	1
15	0	1	0	0
คะแนนรวม	7	5	5	8

หมายเหตุ 1 = ผู้ชิมที่แยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้

0 = ผู้ชิมที่แยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. 4

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง เมื่อใช้อัตราส่วนของกากถั่วเหลืองที่ระดับต่าง ๆ

Sov.	Df.	SS	MS	F-value	Sig
ลักษณะปรากฏ					
Treatment	2	0.82	0.41	0.45	.637^{ns}
Block	29	89.66	3.09	3.42	.000*
Error	58	52.51	0.91		
กลิ่นรส					
Treatment	2	3.62	1.81	1.74	.185^{ns}
Block	29	86.32	2.98	2.86	.000*
Error	58	60.38	1.04		
เนื้อสัมผัส					
Treatment	2	0.02	0.01	0.01	.990^{ns}
Block	29	99.56	3.43	3.25	.000*
Error	58	61.31	1.06		
ความกรอบ					
Treatment	2	0.20	0.1	0.11	.900^{ns}
Block	29	145.57	5.02	5.48	.000*
Error	58	53.13	0.92		
ความชอบโดยรวม					
Treatment	2	0.29	0.14	0.15	.858^{ns}
Block	29	83.79	2.89	3.08	.000*
Error	58	54.38	0.94		

หมายเหตุ ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. 5

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำปรุงรสที่ระดับต่าง ๆ

Sov.	Df.	SS	MS	F-value	Sig
ลักษณะปรากฏ					
Treatment	2	5.60	2.80	2.78	.070^{ns}
Block	29	74.10	2.56	2.54	.001*
Error	58	58.40	1.01		
กลิ่นรส					
Treatment	2	3.62	1.81	1.63	.204^{ns}
Block	29	41.96	1.45	1.30	.193^{ns}
Error	58	64.38	1.11		
เนื้อสัมผัส					
Treatment	2	2.29	1.14	0.98	.381^{ns}
Block	29	50.06	1.73	1.48	.103^{ns}
Error	58	67.71	1.17		
ความกรอบ					
Treatment	2	2.22	1.11	0.90	.413^{ns}
Block	29	68.22	2.35	1.90	.019*
Error	58	71.78	1.24		
ความชอบโดยรวม					
Treatment	2	4.02	2.01	1.92	.155^{ns}
Block	29	32.49	1.12	1.07	.401^{ns}
Error	58	60.64	1.05		

หมายเหตุ ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. 6

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองระหว่าง การเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

Sov.	Df.	SS	MS	F-value	Sig
ค่าความเหม็นหืน					
Treatment	2	5.20	2.60	264.21	.000*
Block	4	8.03	2.01	204.08	.000*
Error	32	0.32	0.01		
Total	38				

หมายเหตุ ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ Proximate analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

วิธีการวิเคราะห์ Proximate analysis

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 1990)

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
2. ใส่ตัวอย่างขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง 2-3 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) ปิดฝาแล้วนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียด (10^{-4})
3. นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝา Aluminium can ที่ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
4. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝา Aluminium can นำมาทำให้เย็นใน Desicator ก่อนนำมาชั่ง (นำตัวอย่างกลับไปอบต่อจนมีน้ำหนักคงที่ หรือแตกต่างประมาณ 0.003-0.005 เท่านั้น)
5. คำนวณหา % ความชื้น = $\frac{(\text{น้ำหนักสด (กรัม)} - \text{น้ำหนักแห้ง(กรัม)}) \times 100}{100}$

ตารางที่ ค.1 ผลการหาความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

ลำดับ	น้ำหนัก (กรัม)			
	aluminium can + ฝา	aluminium can + ฝา+ ตัวอย่างก่อนอบ	aluminium can + ฝา+ ตัวอย่างหลังอบ	เปอร์เซนต์ ความชื้น
1	18.6780	21.6801	21.6221	1.9319
2	17.9381	20.9385	20.8808	1.9230
3	16.8512	19.8579	19.8000	1.9256
			ค่าเฉลี่ย	1.9268

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริคเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)
2. กรดบอริค (H_3BO_3)4%
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 32 %
4. คะตะลิสต์ผสม ประกอบด้วย
   - โปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 8 กรัม
   - คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_45H_2O$) 1 กรัม
5. Mixed indicator
   - เตรียม 0.1 % Bromocresol green (ใน 95 % Alcohol) และ 0.1 % Methyl red ใน 95 % Alcohol ผสม 10 มิลลิลิตร Bromocresol green กับ 2 มิลลิลิตร Methyl red ในขวดหยด
6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริค 0.1 N

วิธีวิเคราะห์เตรียมตัวอย่างสำหรับย่อย

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างโดยถ้าเป็นของแข็ง ไนโตรเจน > 5 % ใช้ 0.5 กรัม
   ไนโตรเจน < 5 % ใช้ 1.0 กรัม
   ของเหลวใช้ 10 มิลลิลิตร (สูงสุด 50 มิลลิลิตร)
   * ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารใช้ 1.0 กรัม
2. ใส่ reagent ลงใน Digestion vessels ได้แก่
   - glasses beeds
   - กรดซัลฟูริคเข้มข้น 20 มิลลิลิตร
   - เติมคะตะลิสต์ 7 กรัม
3. ประกอบ Digestion vessels แล้ววางบนเครื่องย่อย
4. ย่อยตัวอย่างประมาณ 30-40 นาที หรือจนกระทั่งสารละลายมีสีเขียวใส
5. ปล่อยให้สารละลายมีสีฟ้าอ่อน เย็น และหมดควันของไอกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการกลั่นโปรตีน

1. เตรียม NaOH 40 % และ น้ำกลั่น ใส่กังสำหรับ NaOH และน้ำกลั่นของเครื่อง
2. ใส่กรดบอริค 4 % จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงใน flask และ หยด Mixed indicator 4 หยด เขย่าสารละลายก่อนนำไปวาง
3. นำตัวอย่างที่ผ่านการย่อยแล้วจาก ขั้นตอนที่ 1 มาทำการกลั่นโดยตั้งเวลาที่ใช้ในการกลั่น 4-5 นาที
4. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร และ NaOH 40 % 70 มิลลิลิตร์
5. กดปุ่มเริ่มกลั่น
6. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้กับกรดไฮโดรคลอริค 0.1 N จนได้สารละลายสีชมพูอ่อน
7. ทำการทดลองกับ Blank เหมือนกับตัวอย่างทุกประการ
8. นำผลที่ได้มาคำนวณ

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 5.71 \times 14 \times 100}{E \times 1000}$$

V_1 = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง

V_2 = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ในการไตเตรทกับ Blank

N = ความเข้มข้นเป็นนอร์มอลของกรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ในการไตเตรท

E = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่างหรือเป็นมิลลิลิตร

ตารางที่ ค.2 ผลการหาปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

ลำดับ	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	ค่าไตเตรท (มิลลิลิตร)		เปอร์เซ็นต์โปรตีน
		ตัวอย่าง	Blank	
1	1.0020	90	1.3	7.0765
2	1.0024	92	1.3	7.2331
3	1.0027	94	1.2	7.3984
			เฉลี่ย	7.2360

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1990)

วิธีการ

1. ล้างทำความสะอาด Beaker แล้วอบให้แห้งจนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นใน Desicator ชั่ง น้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียด
2. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 10 กรัม ใน thimble ปิดด้านบนของตัวอย่างด้วยสำลี หรือกระดาษกรองป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง
3. นำ Beaker ไปประกอบกับเครื่อง
4. ทำการสกัดไขมัน โดยกดปุ่มหมายเลข 1 คือ run แล้ว enter 3 ครั้ง เครื่องจะทำการสกัดไขมันใช้เวลา ประมาณ 5 ชั่วโมง
5. ระเหยเอา petroleum ether ออก โดยใส่ในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที
6. ทำให้เย็นใน Desicator แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก
7. คำนวณ % ไขมัน = $\frac{(W_1 - W_2) \times 100}{E}$

W_1 = น้ำหนักของ Beaker หลังทำการสกัดไขมัน

W_2 = น้ำหนักของ Beaker ก่อนทำการสกัดไขมัน

E = น้ำหนักตัวอย่าง

ตารางที่ ค.3 ผลการหาปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

ลำดับ	น้ำหนัก (กรัม)			
	ตัวอย่าง	บีกเกอร์ + ลูกแก้ว	บีกเกอร์ + ลูกแก้ว+ ไขมัน	เปอร์เซ็นต์ไขมัน
1	10.0045	145.0426	145.2734	2.31
2	10.0434	146.8366	147.0842	2.47
3	10.0072	136.5805	136.8100	2.30
			เฉลี่ย	2.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริค 0.255 N (เตรียมจากเจือจางกรดกำมะถันเข้มข้น 98.1 % (ความถ่วงจำเพาะ 1.84) จำนวน 6.93 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร)
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.313 N (เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร)
3. สารละลายโปตัสเซียมซัลเฟต 10 % (เตรียมจากละลาย K_2SO_4 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร)
4. เอธิลแอลกอฮอล์ 95 %
5. ผ้ากรองลินินชนิดละเอียด

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการหาความชื้นและสกัดไขมันแล้ว ประมาณ 2-3 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ใน digestive flask (500-700 มิลลิลิตร) เติมกรดซัลฟูริคที่ผ่านการต้มเดือดแล้ว จำนวน 200 มิลลิลิตร และ boiling chips ก่อนนำ condenser มาประกอบตอนบนของขวด
2. นำไปต้มบนเตาชุดย่อย crude fiber ให้สารละลายเดือดนาน 30 นาทีต่อเนื่องกัน เขย่าขวดเพื่อไม่ให้ตัวอย่างเกาะบนผนังขวด
3. กรองกากด้วยผ้ากรองบน Buchner funnel และใช้ปั๊มช่วยในการกรอง
4. ล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์กรด โดยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
5. เทกากกลับไปใน digestive flask เติมสารละลายโซเดียมไฮดรองไซด์ที่ผ่านการต้มจนเดือด จำนวน 200 มิลลิลิตร ต้มส่วนผสมนาน 30 นาที แล้วจึงกรองทันที และล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์ด่าง
6. ล้างกากด้วยสารละลายโปตัสเซียมร้อน
7. ล้างกากด้วยแอลกาฮอล์ จำนวน 30 มิลลิลิตร
8. อบ crucible พร้อมกากที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็นลง
9. นำไปเผาใน muffle furnace ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อขจัดสาร volatile organic
10. นำ crucible มาทำให้เย็นใน desicator ก่อนชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ crude fiber (น้ำหนักข้อ 8-10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. คำนวณ % crude fiber = $\frac{\text{น้ำหนัก crude fiber (กรัม) x 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง(กรัม)}}$

ตารางที่ ค.4 ผลการหาปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

ลำดับ	น้ำหนัก (กรัม)				
	crucible	ตัวอย่าง	crucible หลังอบ	crude fiber	เปอร์เซ็นต์ไขมัน
1	10.0045	2.0041	27.7160	0.0330	1.6466
2	10.0434	2.0078	27.7196	0.0329	1.3686
3	10.0072	2.0006	26.6006	0.0328	1.6395
				เฉลี่ย	1.6416

5. การวิเคราะห์ปริมาณ Malonaldehyde (TBA-test)(Kirk and Sawyer. 1991)

สารเคมี

1. TBA reagent : ละลายสาร TBA 0.2883 กรัม ด้วย 90 % glacial acetic acid จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
2. Hydrochloric acid 4 M
3. Distillation unit

วิธีการ

1. ชั่งอาหาร 10 กรัม นำไปปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที
2. เทตัวอย่างที่บดละเอียดลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทลงในขวดกลั่น
3. เติมกรดไฮโดรคลอริคความเข้มข้น 4.0 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับความเป็นกรดด่างให้ได้ประมาณ 1.5 และเติม glass beads
4. นำตัวอย่างไปกลั่น จนกระทั่งได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร
5. ปิเปตของเหลวที่กลั่นได้มา 5 มิลลิลิตร ใส่ลงหลอดที่มีฝาปิด
6. เติมสารละลาย TBA 5 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายและจุ่มในอ่างน้ำเดือดนาน 35 นาที
7. เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตรแทน
8. เมื่อครบเวลาทำให้ของเหลวเย็นลงภายในเวลา 10 นาที
9. นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสง(A) ที่ 538 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การคำนวณ TBA number หน่วยเป็นมิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อ ตัวอย่าง 1 กิโลกรัม= 7.8 A

ตารางที่ ค.5 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่ 0 วัน

ตัวอย่างที่เก็บรักษา(วัน)	ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสง(A)	TBA number
0	1	0.090	0.702
	2	0.088	0.686
	3	0.080	0.624

ตารางที่ ค.6 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ระหว่าง การเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ตัวอย่างที่เก็บรักษา	ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสง(A)	TBA number
7 วัน	1	0.103	0.8034
	2	0.102	0.7956
	3	0.098	0.7644
14 วัน	1	0.136	1.0608
	2	0.147	1.1466
	3	0.132	1.0296
21 วัน	1	0.229	1.7862
	2	0.222	1.7316
	3	0.193	1.5054
28 วัน	1	0.242	1.8876
	2	0.245	1.9110
	3	0.215	1.6770

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บในถุงเมเทอร์ไลท์ระหว่าง การเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ตัวอย่างที่เก็บรักษา	ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสง(A)	TBA number
7 วัน	1	0.126	0.9828
	2	0.142	1.1076
	3	0.136	1.0608
14 วัน	1	0.198	1.5444
	2	0.202	1.5756
	3	0.207	1.6146
21 วัน	1	0.242	1.8876
	2	0.245	1.9110
	3	0.238	1.8564
28 วัน	1	0.274	2.1372
	2	0.280	2.1840
	3	0.279	2.1762

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลืองที่เก็บใน ถุงโพลีโพรพิลีนระหว่าง การเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

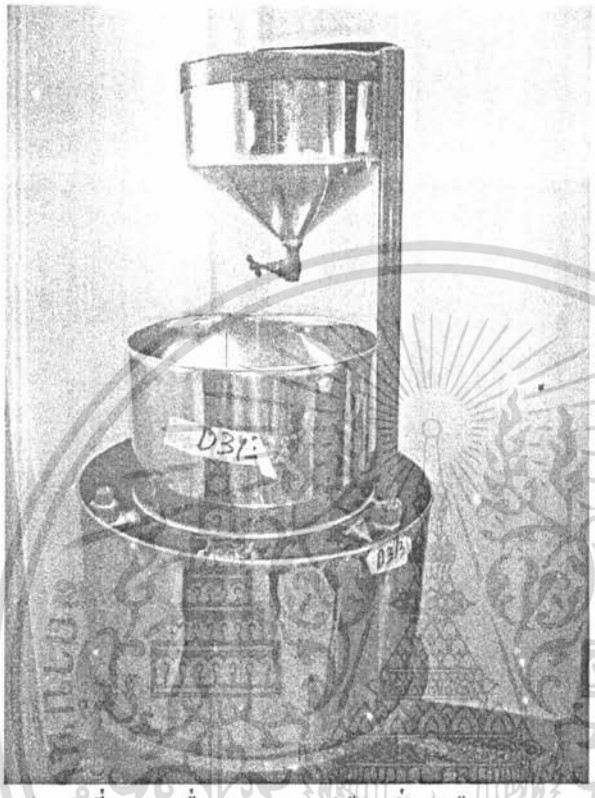
ตัวอย่างที่เก็บรักษา(วัน)	ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสง(A)	TBA number
7 วัน	1	0.207	1.6146
	2	0.218	1.7004
	3	0.217	1.6926
14 วัน	1	0.248	1.9344
	2	0.254	1.9812
	3	0.240	1.8720
21 วัน	1	0.323	2.5194
	2	0.324	2.5272
	3	0.317	2.4726
28 วัน	1	0.385	3.0030
	2	0.378	2.9484
	3	0.366	2.8548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.
รูปภาพเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตและวิเคราะห์เคมี และการเก็บผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่องมือในการผลิตกากถั่วเหลือง

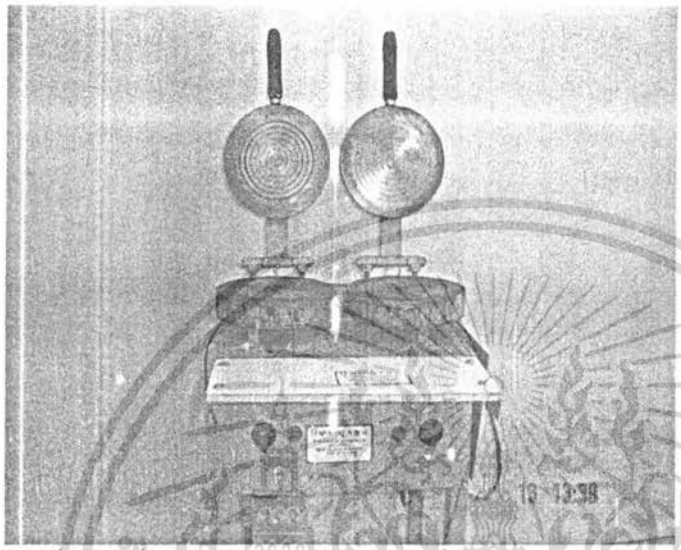


รูปภาพที่ 1 : เครื่องกะเทาะเปลือกถั่วเหลือง

รูปภาพที่ 2 : เครื่องผลิตน้ำนมถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องมือในการผลิตขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง



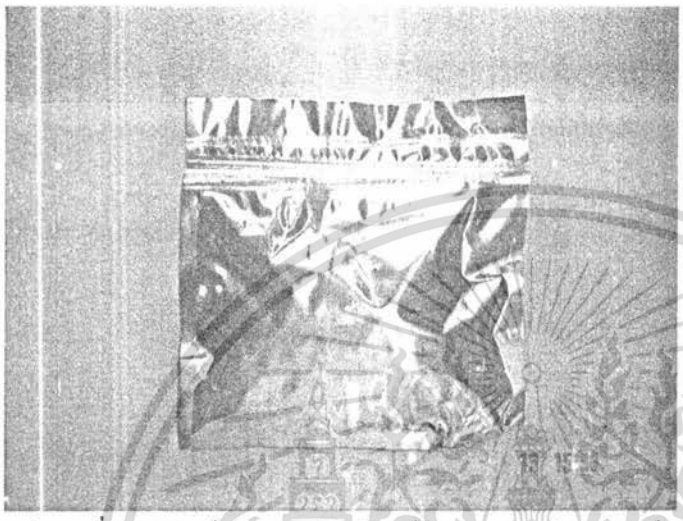
รูปภาพที่ 3 : เครื่องผลิตขนมอบกรอบจากถั่วเหลือง

3. ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

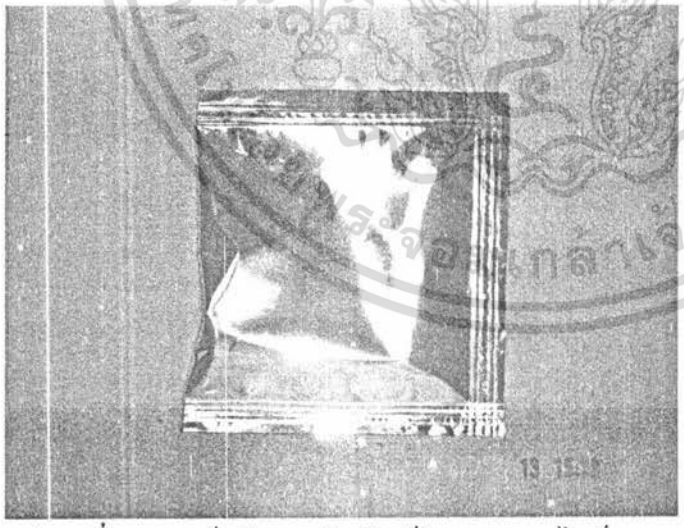
รูปภาพที่ 4 : ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บรรจุภัณฑ์ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากกากถั่วเหลือง

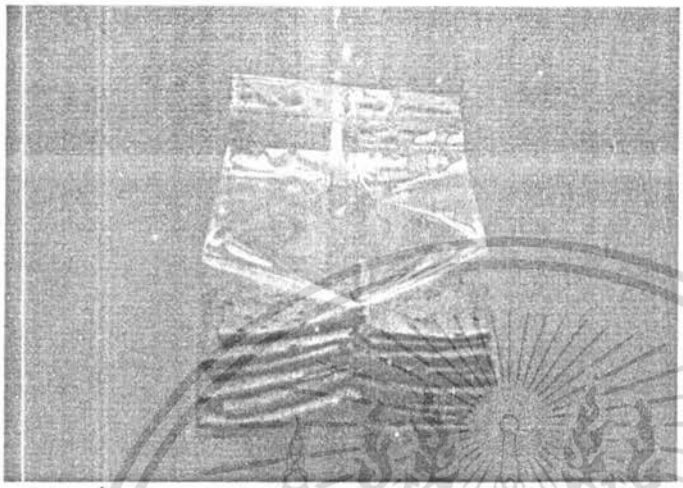


รูปภาพที่ 5 : การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

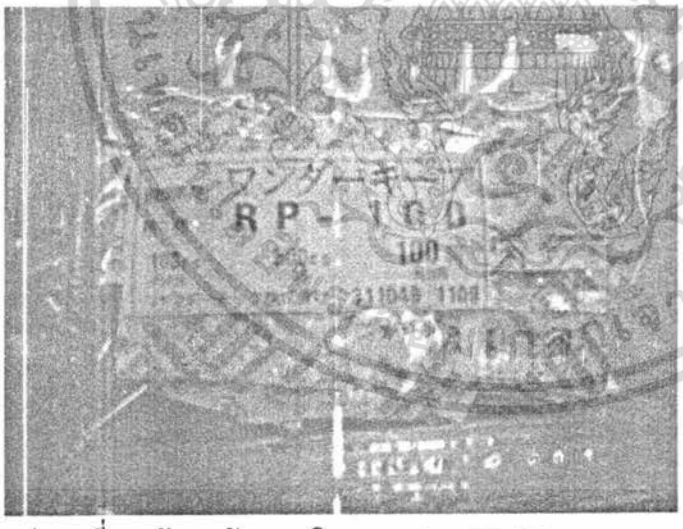


รูปภาพที่ 6 : การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงเมททาไลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

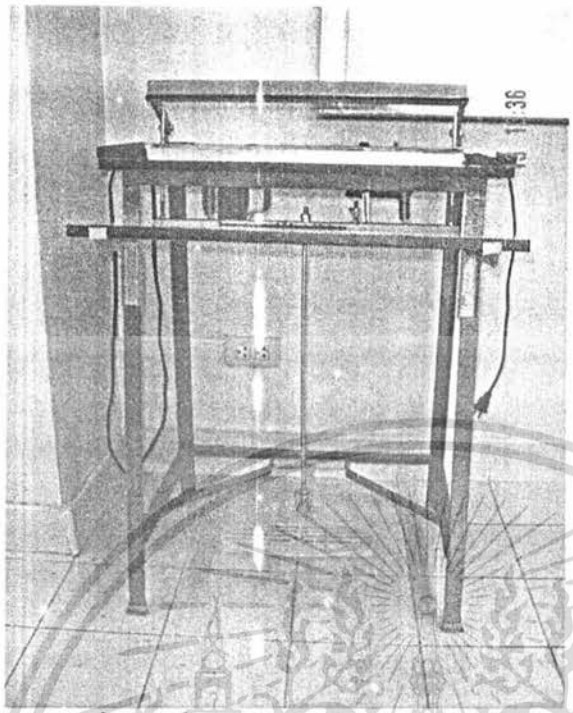


รูปภาพที่ 7 : การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงถุงโพลีโพรพิลีน



รูปภาพที่ 8 : ตัวดูดซับออกซิเจน Ageless RP100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

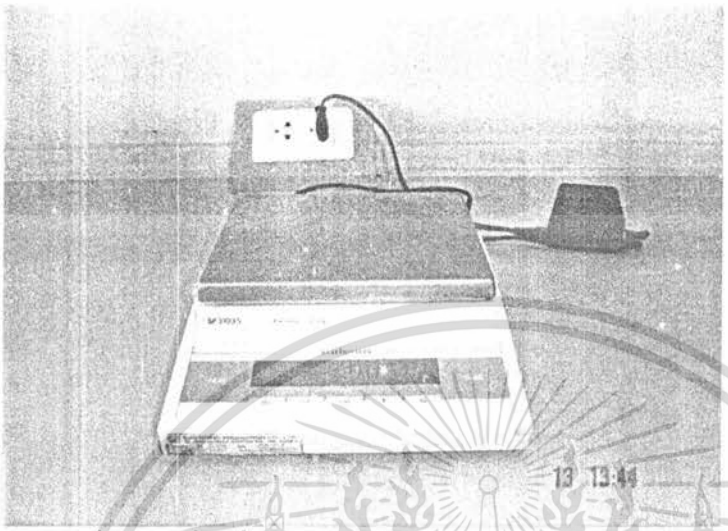


รูปภาพที่ 9 : เครื่องปิดผนึก

4. อุปกรณ์ที่ในการวิเคราะห์เคมี

รูปภาพที่ 10 : เครื่องชั่งชนิดละเอียด รุ่น BP3100S

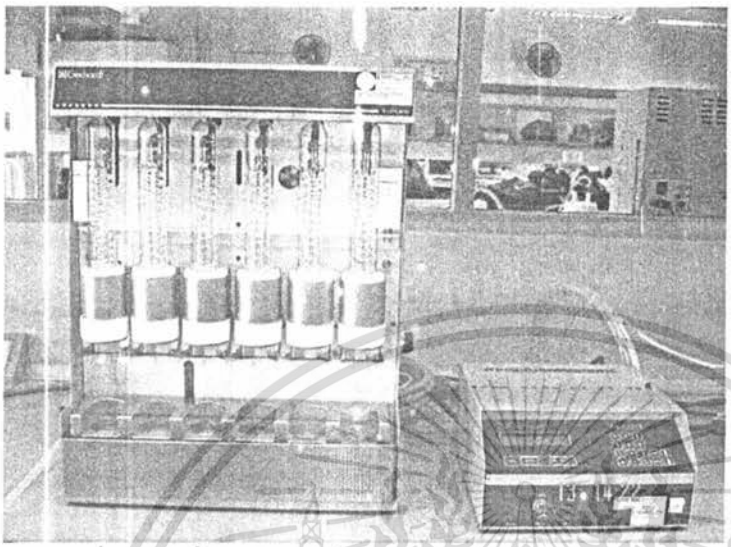
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



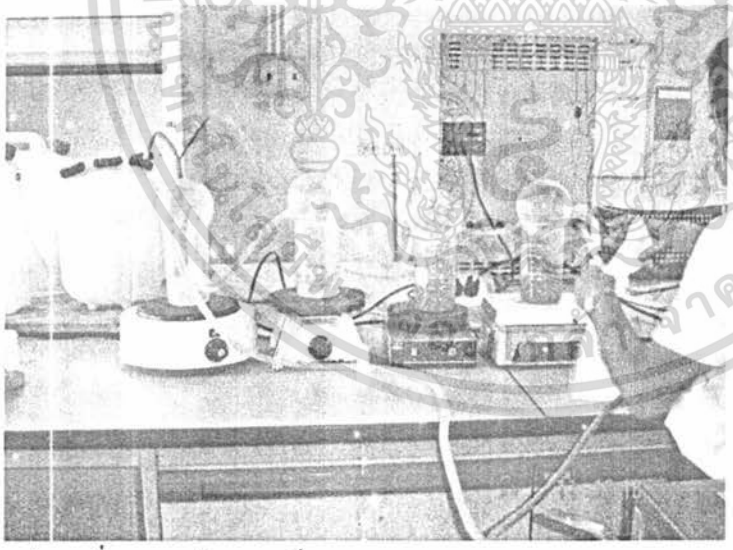
รูปภาพที่ 11 : เครื่องชั่งชนิดหยาบ BP 221S

รูปภาพที่ 12 : ตู้อบ (Hot air oven)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

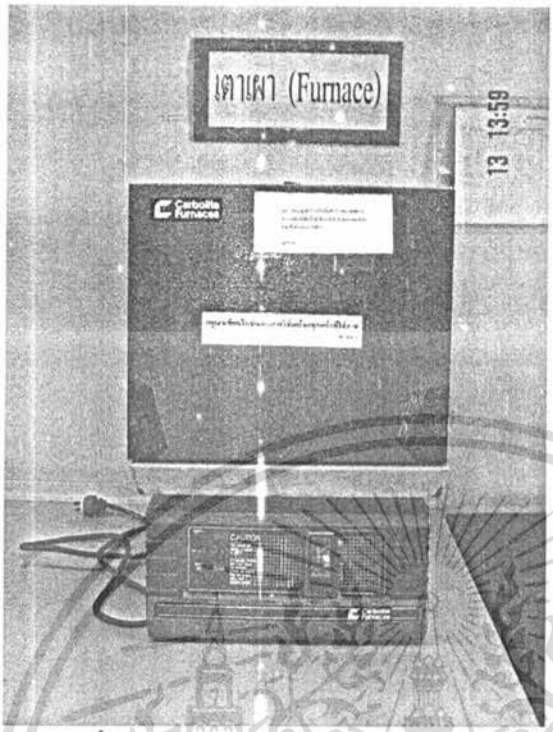


รูปภาพที่ 13 : เครื่องวิเคราะห์ไขมัน Gerhardt S306AK



รูปภาพที่ 14 : ชุดวิเคราะห์ crude fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 15 : muffle furnace

รูปภาพที่ 16 : เครื่องย่อยโปรตีน Gerhardt KB 8S

เครื่องกลั่น Gerhardt VAP 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพรพิมล อินทะโชติ เกิดวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดพัทลุง สำเร็จการศึกษามัธยมตอนปลายจาก โรงเรียน พัทลุง และศึกษาต่อระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิตที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2546

นางสาวอักษราภัค สัมผัสชัยมงคล เกิดวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดนครสวรรค์ สำเร็จการศึกษามัธยมตอนปลายจาก โรงเรียนสตรีนครสวรรค์และศึกษาต่อระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิตที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2546

นางสาวสุภัทชง เสริมสาธนสวัสดิ์ เกิดวันที่ 20 ธันวาคม 2523 ที่จังหวัดสมุทรสาคร สำเร็จการศึกษามัธยมตอนปลายจาก โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ และศึกษาต่อระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิตที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้